

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PRAHA 2009

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Katedra vojenské tělovýchovy

Bakalářská práce

**POROVNÁNÍ PLAVÁNÍ TECHNIKOU KRAUL A
PLAZENÍ POMOCÍ ELEKTROMYOGRAFIE**

Vedoucí bakalářské práce:

mjr. Mgr. Sýkora Karel

Zpracoval:

prap. Vodička Radek

PRAHA 2009

Čestně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně, za pomoci uvedené literatury a naměřených výsledků.

Podpis:

Chtěl bych touto cestou poděkovat všem, kteří se na tvorbě této práce podíleli. Především Mgr. Radce Bačákové, za asistenci při měření a při převodu dat s videozáznamem do jednotlivých snímků. Dále Doc. PaedDr. Bronislavu Kračmarovi, CSc za odborné konzultace, poskytnutí potřebných podkladů a cenných rad při zpracování, a rovněž také vedoucímu této práce Mgr. Karlu Sýkorovi za odborné vedení a jeho značné úsilí potřebné pro dokončení.

Svoluji k zapůjčení bakalářské práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

ABSTRAKT

Název práce:

Porovnání plavání technikou kraul a plazení pomocí elektromyografie.

Cíl práce:

Cílem této práce je kineziologická analýza činnosti vybraných svalových skupin při plavání kraulem a při plazení.

Úkoly práce:

1. Rešerše literatury
2. Pomocí přenosného EMG přístroje vyšetřit sledované svalové skupiny při plavání kraulem a plazením.
3. Zpracování záznamů měření.
4. Porovnání práce zapojení svalových skupin v celém měřeném úseku a porovnání jednoho pohybového kroku.
5. Vyhodnocení výsledků měření.

Metoda:

Povrchové elektromyografické měření v kombinaci s plošnou kinematografickou analýzou pomocí synchronizovaného videozáznamu.

Klíčová slova:

Plavecká technika, kraul, plazení, EMG, sval, lokomoce, pletenec ramenní

ABSTRACT

Title:

Confrontation of front crawl swimming technique and crawl by electromyography.

Purposes:

The aim of the thesis is to compare muscle timing in shoulder girdle during the front crawl swimming and crawling.

Tasks of Thesis:

1. literature sources
2. look into shoulder girdle during the front crawl swimming and crawling with the EMG device.
3. elaboration of measured records.
4. comparison of connection muscle groups in recorded period and comparison of one step.
5. evaluation of measured results.

Methods:

Surface electromyography combined with cinematography analysis used synchronized video recording.

Key words:

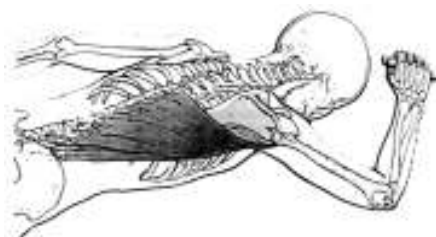
Swimming technique, Front Crawl, crawling, EMG, muscle, locomotion, shoulder girdle

OBSAH:

ÚVOD	9
1 PŘEHLED LITERATURY	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	13
2.1 PLAVECKÁ TECHNIKA	13
2.1.1 Vývoj techniky	13
2.1.2 Poloha těla	14
2.1.3 Pohyby horních končetin	14
2.1.4 Pohyby dolních končetin	16
2.1.5 Dýchání	16
2.2 TECHNIKA PLAZENÍ	17
2.2.1 Historie zapojení plazení v bojových podmínkách	17
2.2.2 Rozvoj zezadu nabitých střelných zbraní, tzv. „zadovek“	17
2.2.3 Vliv „zadovek“ na techniku boje	18
2.2.4 Způsoby plížení využívané v AČR	19
2.3 SVALOVÉ ŘETĚZCE V OBLASTI PLETENCE RAMENNÍHO	19
2.3.1 Svalové řetězce v oblasti pletence ramenního podle Véleho	20
2.4 POVRCHOVÁ ELEKTROMYOGRAFIE	22
3 METODIKA VÝZKUMU	24
3.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA VÝZKUMU	24
3.2 POPIS PROBANDA	25
3.3 POPIS MÍSTA MĚŘENÍ	25
3.4 POPIS TECHNIKY MĚŘENÍ A POUŽITÝCH INSTRUMENTŮ	26
3.5 DESIGN VÝZKUMU	27
3.6 FUNKCE MĚŘENÝCH SVALOVÝCH SKUPIN	28
4 VÝSLEDKY PRÁCE	33
5 DISKUZE	36
ZÁVĚR	40
SEZNAM VYOBRAZENÍ	42
SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, SCHÉMAT	43
PŘÍLOHY	44
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49

ÚVOD

Tato bakalářská práce má charakter intraindividuální komparativní analýzy. Údaje získané z měření obou pohybů, plavání a plazení, jsou z jediného testovaného probanda. Testovanou osobou jsem já, jelikož jsem se plavání aktivně věnoval většinu svého života a chtěl bych tak činit i nadále nejen jako sportovec, ale i jako člověk, který plavání může obohatit o nové teoretické poznatky. Zajímá mě vzájemný vztah prvotního lidského pohybu, bazální kvadrupedie¹ (plazení po pevné zemi za pomoci všech čtyř končetin), kterého je schopno dítě dosáhnout již několik týdnů po narození a plavecké techniky kraul, která má velice podobný způsob lokomoce (dále jen lok.) především v pletenci ramenním viz Obr. 1 Výchozí poloha reflexního plazení přibližně odpovídající záběrové fázi při kraulu.



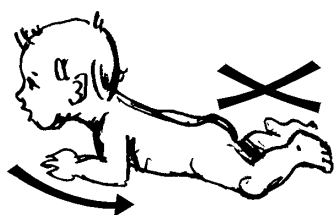
Obr. 1 Výchozí poloha reflexního plazení přibližně odpovídající záběrové fázi při kraulu
(Vojta, 1995)

Při pohybu ve vodě plaveckou technikou kraul jsou hlavní hnací silou paže, respektive svalstvo horní poloviny těla. K analýze kvalitního využití techniky se měří tzv. plavecký krok, což je vzdálenost, o kterou se plavec (resp. jeho těžiště) posune ve směru lok. za jeden pohybový cyklus plaveckých pohybů. V našem případě jde hlavně o cyklus prováděný horními končetinami (dále jen HK) event. jednou HK. Tento cyklus lze rozdělit na jednotlivé fáze. V zahraniční literatuře se setkáváme s různým pojetím určování fází cyklů. V některých příručkách je cyklus rozdělen pouze na fáze uskutečněné pod, nebo nad vodní hladinou. V našich

¹ Kvadrupedické plazení, ve vojenské terminologii plížení „plazením“ je nejčastěji užívaný způsob plížení, jelikož při tomto pohybu má voják nejmenší čelní průmět a stává se tak těžším cílem pro střelejícího nepřítele.

podmínkách je dělení následující: přípravná fáze (po směru lok.), přechodná fáze (přechod ze směru do protisměru lok.), záběrová fáze (proti směru lok.), fáze vytažení (přechod z protisměru do směru lok.) a fáze přenosu (po směru lok.) (Hofer a kolektiv 2006). Podrobněji jsou jednotlivé fáze popsány v kapitole **Plavecká technika**.

Při provádění plazení je způsob lokomoce i zapojení pletence ramenního velice podobný. Existuje několik druhů plazení. Z hlediska vojenského využití se nejlépe uplatňuje plazení na kolenou a předloktích neboli plížení „plazením“, což je již zmíněné kvadripedální plazení. Z hlediska kineziologického výzkumu se nejvíce užívá plazení bipedální tzv. „tulenění“, kde je lokomoce realizována pletencem ramenním viz Obr. 2 bez vědomé účasti dolních končetin (Kračmar, 2002). Společně s Doc. Kračmarem jsme se rozhodli pro plazení využívané v bojových podmínkách, tzn. plazení na kolenou a na předloktích a chceme porovnat míru koordinační shody s kroulovým pohybem.



Obr. 2 Tulenění
(Kračmar, 2002)

Měříme šest svalů na horní polovině těla pomocí přístroje vyvinutého na Univerzitě Karlově, fakultě tělesné výchovy a sportu (dále jen UK FTVS), který snímá elektrickou aktivitu svalů pomocí připevněných elektrod. S přístrojem elektromyografie (dále jen EMG) je současně pořízen synchronizovaný videozáznam pohybu, s jehož pomocí můžeme sledovat konkrétní fázi pohybu probanda a zároveň vidět v grafu aktuální úroveň svalového tonu všech šesti měřených svalů.

1 PŘEHLED LITERATURY

Literární zdroje, ze kterých ve své práci čerpám, se týkají především svalstva, plavání, plazení a vyšetřovací metody povrchové elektromyografie. V internetových databázích jsem se zaměřil na odkazy a články zaměřené na postupné zapojení plazení v průběhu vývoje střelných zbraní a jejich využití v boji.

Pro popis lokace a funkce jednotlivých svalových skupin, použitých v mé práci je značné množství literárních zdrojů, především *Anatomie 1* (Čihák, 2001), *Kineziologie* (Véle, 2006) či *Vybrané kapitoly z klinické kineziologie* (Javůrek, 1986).

Horní končetina je spolu s trupem hlavní hnací silou při kroulovém pohybu ve vodě. Jejich spojení je realizováno prostřednictvím pletence ramenního, což je komplex kloubů a spojení převážně pracujících sladěně v jednom funkčním celku (Janda, 1996).

Pletenec horní končetiny je k osově kostře připojen kloubem sternoklavikulárním, který je hlavním spojením pletence s osovou kostrou a kloubem akromioklavikulárním. Lopatka sama je fixována hlavně svaly, které se na ni z okolí upínají. K hrudníku je pletenec horní končetiny přiložen tak, že spolu se stěnou hrudníku uzavírají trojboký prostor nazývaný podpažní jáma. Jejím vrcholem je ramenní kloub, přední a zadní stranu představuje klíční kost a lopatka spolu se svaly na ně připojenými a mediální stranou je boční stěna hrudníku.

Spojení volné horní končetiny zahrnuje i samotný kloub ramenní. *Articulatio humeri* je svým geometrickým typem kloub kulovitý volný.

Ke svalům horní končetiny patří z vývojového hlediska a podle inervace také svaly spinohumerální (*m. trapezius*, *m. latissimus dorsi*, *m. rhomboidei* a *m. levator scapulae*) a svaly thorakohumerální (*m. pectoralis major*, *m. pectoralis minor*, *m. subclavius* a *m. serratus anterior*), jejichž funkce jsou vztaženy k pletenci horní končetiny a ke kloubu ramennímu. Svaly vlastní končetiny (které začínají a upínají se na kostře končetiny) se dělí ve svaly ramenní a lopatkové, svaly paže, svaly

předloktí a svaly ruky. Svaly vlastní končetiny jsou inervovány jednotlivými nervy infraklavikulární části plexus brachialis a větvemi těchto nervů (Čihák, 2001).

Pro rozbor plaveckých technik, či samotný kraulový pohyb ve vodě jsem jako výchozí literaturu zvolil poslední aktualizovanou verzi *Technika plaveckých způsobů* sepsanou na UK FTVS některými členy katedry plaveckých sportů a vydanou v roce 2006. Pro získání teoretických poznatků z oblasti rozvoje kraulové techniky jsem prostudoval zahraniční literaturu od Blythe Lucero: *The 100 best swimming drills*, dále *Swimming faster* (Maglischo, 1982) a *Swimming fastest* (Maglischo, 2003).

K plazení a jeho použití v boji se zaměřím hlavně na spojitost s vývojem střelných zbraní, což dostatečně popisují Vladimír Dolínek: *Pušky systémů Dreyse a Lorenz ve válce 1866 – legendy a skutečnost* a J. B. Clavert: *The Army for Civilians*. Popis bojového plazení v podmínkách armády České republiky najdu ve cvičebním řádu ozbrojených sil ČR a ve vojenské publikaci zabývající se metodikou pořadové přípravy.

Dalším zdrojem poznatků pro mou bakalářskou práci je diplomová práce Petry Tlaškové: *Zapojení svalů v oblasti ramenního pletence při Nordic Walking* (2008), jelikož se zabývala velice podobnou tematikou a k získání potřebných dat použila stejný typ měření včetně měřicího přístroje.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Plavecká technika

V této práci je rozebírána kraulová technika, nikoli všechny plavecké způsoby.

2.1.1 Vývoj techniky

Jako nejstarší způsob lidského pohybu ve vodě bylo plavání v poloze na prsou se střídavými pohyby paží. Člověk pravděpodobně odpozoval pohyb od plavajících zvířat, a proto se prvotní primitivní kraulová technika bez vytahování paží v mnoha jazycích nazývala pudl či čubička. V období novodobých Olympijských her (dále jen OH) dostala kraulová technika několika změnám, jako přenos paže vzduchem, kmitavé a vlnovité pohyby dolních končetin a efektivnější dýchání, což vedlo k výraznému zrychlení pohybu ve vodě. Kraulová technika se vyvinula z techniky zvané Trudgeon [ˈtredʒn :], se kterou zvítězil na OH roku 1896 Maďar A. Hajos. „Hajos plaval s vysoko zvednutou hlavou, střídavě zabíral pažemi, které přenášel vpřed vzduchem. Nohama prováděl nůžkovité záběry, které probíhaly přibližně ve vodorovných rovinách. Tělo plavce se přitom otáčelo z boku na bok“ (Hofer a kolektiv, 2006). Největší slabinu, horizontální pohyb dolních končetin (dále jen DK) změnil Australan F. Lane na OH 1900, když použil střídavý kop vertikálním směrem vycházející z kolenního kloubu. Vývoj techniky DK dovršil Havajský plavec D. Kohanomoku, jelikož u něj pohyb DK vycházel z kyčelních kloubů a vlnovitě se šířil do uvolněných kotníků.

Nejvíce se současné technice přiblížili americký trenér W. Bachrach a jeho svěřenec J. Weissmüller, kteří zdůrazňovali vyšší polohu ramen, rytmické dýchání s výdechem do vody, relaxovaný přenos paží s téměř svislým předloktím a šestiúderovou souhru paží a nohou. Weissmüller dále upozorňuje na to, že v porovnání s propulzní silou vytvářenou HK je výkon DK velice slabý.

Australští trenéři zasahovali do techniky jen při nejhrubších nedostatcích a umožňovali tak plavcům co nejvíce přirozený vývoj. Dodnes široce formulovaná

pravidla dávají prostor rozvoji nejrychlejší plavecké techniky a její vývoj tak stále pokračuje (Hofer a kolektiv, 2006).

2.1.2 Poloha těla

Tělo plavce zaujímá na hladině mírně šikmou polohu. Ramena jsou o málo výše než boky. Při výdechu hledí plavec pod hladinou vpřed a dolů, při nádechu hlavu mírně otočí do strany, aby se brada dostala blíže k rameni paže v přenosové fázi, viz Obr. 3. V průběhu jednotlivých záběrů se horní část trupu vychyluje kolem podélné osy těla, což umožní plavci prodloužit plavecký krok. Zároveň vytváří lepší možnost relaxovaného přenosu druhé paže a usnadňuje vdech, neboť se hlava může snáze natočit do strany ve spojení s trupem plavce (Hofer a kolektiv, 2006).



Obr. 3 plavecká poloha
(Hofer, 2006)

2.1.3 Pohyby horních končetin

Paže tvoří při plavání kraulem primární hnací sílu. Pracují střídavě a přenášejí se zpět vzduchem. Obě provádějí stejný pohybový cyklus s tím rozdílem, že levá resp. pravá paže provádí činnost o půl doby později. Jejich činnost je rozdělena na několik fází:

Přípravná fáze začíná protnutím hladiny rukou po přenosu vpřed. Ruka se nejprve zpevní po předchozím relaxovaném přenosu a přibližně v šíři ramen se v pořadí prsty, předloktí, loket zasune pod hladinu, kde se natahuje vpřed. Protože se jedná o pohyb po směru lokomoce a přechod ze vzdušného prostředí s nižší hustotou do vodního s hustotou vyšší, jde o pohyb brzdící. Proto je nutné, aby ruka i celá paže měla příznivý hydrodynamický tvar a zaujala polohu, kde jsou

brzdné účinky co nejnižší. Svaly účastníci se pozdějšího záběru jsou stále ještě relaxované.

Přechodná fáze nastává v okamžiku, kdy se pohyb z dopředného směru mění na pohyb dolů. Jedná se o nejkratší fázi celého cyklu, avšak určitě nenejjednodušší. Úspěšné zvládnutí této fáze odlišuje plavce od plavců vynikajících. V přibližně jedné desetině vteřiny musí plavec najít nejvhodnější odpor vody, na nějž nasadí záběr. Pokud toto „uchopení“ správně neprovede, nemůže být záběrová fáze efektivní. V tomto okamžiku si plavci uvědomují „pocit vody“, který je spouštějícím signálem pro nasazení záběrového úsilí.

Záběrová fáze je pracovní fází celého cyklu, vedená proti směru lok. Z počátku se ruka pohybuje převážně dolů, aby dosáhla své maximální hloubky a končetina je téměř natažená. Po dosažení maximální hloubky se končetina postupně ohýbá v loketním kloubu a dochází k vnitřní rotaci v ramenním kloubu spojené s elevací lopatky. U dobrých plavců se tato poloha označuje „vysoký loket“. Je to moment, kdy ruka, resp. předloktí, loket „přebíhá“ viz Obr. 4. Největší ohnutí v loketním kloubu $90^\circ - 120^\circ$ nastává v době, kdy ruka protíná svislou rovinu proloženou ramenní osou. Tuto část nazýváme **přitahování**.



Obr. 4 vysoký loket
(Hofer, 2006)

V druhé části záběrové fáze nastává **odtlačování**, ve kterém se končetina opět natahuje a ruka se pohybuje pod břicho a odtud vně od podélné osy nazad ke kyčelnímu kloubu, kde záběr končí a ramenní osa se vrací zpět do vodorovné polohy.

Na ukončení záběru navazuje **fáze vytažení**, během které se ruka pohybuje vpřed nahoru. Svalové skupiny, které se podílely na záběru, jsou již relaxované.

Přenosovou fází provádějí plavci ve dvou variantách. Ti s menším rozsahem pohyblivosti v pletenci ramenním přenášejí HK nataženou a poměrně nízko nad hladinou. Plavci s velkou pohyblivostí vedou loket po co nejvyšší dráze. Uvolněné předloktí a ruka vykonávají pohyb vpřed v téměř svislé rovině (Hofer a kolektiv, 2006).

2.1.4 Pohyby dolních končetin

Dolní končetiny se při kraulu pohybují střídavě. Pohyby vycházejí z kyčelních kloubů, odkud se postupně přenášejí do kloubů hlezenních. Stehenní svaly se pohybují poněkud napřed oproti svalům bérce. Pohyb je v podstatě napodobením vlnovitého pohybu ryb. Anatomická stavba dolní končetiny, tuhost stehna i bérce a omezený pohyb v kolenním kloubu dovolují napodobit pohyb ryb jen z části. Proto charakteristická vlna probíhá jen ve směru extenze v kolenním kloubu. Tento pohyb se nazývá *kraulový kop* (Hofer a kolektiv, 2006).

Pohyb dolních končetin má z hlediska plavecké lokomoce při kraulu pouze druhotný význam a slouží především ke stabilizaci ideální plavecké polohy.

2.1.5 Dýchání

U plaveckého dýchání je velice důležitá pravidelnost a plynulost zkoordinovaná s pohybem paží. Nádech se vždy začíná provádět na stranu paže, která již ukončila záběrovou fází a vynořuje se z vody. V tu samou chvíli je druhá fáze v přípravné event. přechodné fázi, tudíž ještě nezabírá. Vdech je prováděn ústy těsně u hladiny při mírném otočení hlavy k nádechové paži (Hofer a kolektiv, 2006). Vdech je krátký, ale mocný. Výdech je pozvolný, mírný a trvá až do chvíle dalšího nádechu.

Většina plavců dýchá na jeden a půl cyklu paží, čímž je zapříčiněno střídání nádechových stran. Změna nádechových paží pomáhá ve stabilizaci směru plavání.

2.2 Technika plazení

Vojenský způsob plazení vychází z plazení instinktivně užívaného u dětí přibližně do jednoho roku života, kde je pletenec ramenní dominantní pro způsob lokomoce. Zároveň je v plazení využívaném v boji ve velké míře zapojen i pletenec pánevní pro zrychlení a usnadnění pohybu.

2.2.1 Historie zapojení plazení v bojových podmínkách

Armádní technika boje se po dlouhá staletí vyznačovala minimálně jedním společným, velmi významným rysem – vzpřímenou postavou útočníka(ů) a obránce(ů). Římský gladius, vikingská sekera či barokní kord byly jedny z mnoha zbraní určených k přímému boji tváří v tvář v pozici, která umožňovala snadný pohyb i jeho koordinaci, tj. vestoje. Významnou změnu v organizaci boje s sebou nutně přinesl vynález střelného prachu. Pro charakteristicky vzpřímený postoj jednotlivých účastníků boje je však zcela kritickým až masové nasazení tzv. „zadovek“² ve 2. polovině 19. století.

2.2.2 Rozvoj zezadu nabíjených střelných zbraní, tzv. „zadovek“

„Pruská armáda si osvojila „Dreyseho jehlovku“³ již v roce 1843, významněji ji však nasadila až během Prusko-rakouské války v roce 1866. Pruští střelci díky tomu stihli vypálit šest ran, zatímco Rakušané za stejnou dobu pouhou jednu střelu, tak jednoduché bylo nabíjení mosaznými náboji. Tento prudký nárůst střelby některé autority od nasazení zadovek odrazoval, neboť by prý jejich vojáci „příliš

² „Po otevření závěru v zadní části hlavně byl do nábojové komory vložen projektil a prachová náplň (často spojené papírovým obalem do jednoho celku) a závěr byl uzavřen. Pak střelec natáhl kohout, nasadil zápalku na píston a puška byla připravena k výstřelu.“ (http://cs.wikipedia.org/wiki/Pu%C5%A1ka#Prvn.C3.AD_perkusn.C3.AD_zadovky).

³ „Nicolaus Dreyse objevil, že ke vznícení perkusní zápalky není nutný úder kohoutu na celou plochu zápalky, ale že k tomu postačí bodnutí jehlou. Pro své zbraně sestrojil jednotný náboj s papírovým obalem, tedy bez vlastního těsnění. Zápalka byla umístěna uprostřed náboje, mezi střelou a střelným prachem a k jejímu zasažení byl nutný dlouhý, jehlový úderník, podle něhož dostala zbraň pojmenování: jehlovka. Svoji konstrukci se Dreyse pokusil uplatnit u předovek a teprve po komplikacích s tím spojených a po nehodách, k nimž při nabíjení jehlovek - předovek docházelo, uplatnil Dreyse svoji myšlenku u zadovek a sestrojil válcový závěr, jímž se trvale zapsal do dějin zbrojní techniky.“ In Dolínek, Vladimír (1991): *Pušky systémů Dreyse a Lorenz ve válce 1866 – legendy a skutečnost*, <http://www.militaria.cz/archiv/291/clanky/291-10.html> (13. 8. 2009)

rychle vypotřebovali svou zásobu munice“.⁴ Efektivní dostřel zadovek se potom pohyboval okolo 100-200 metrů.

2.2.3 Vliv „zadovek“ na techniku boje

Masové používání zadovek mělo zcela zásadní vliv na bojovou taktiku. Do té doby velmi časté použití jezdeckta pro náhlý šokující úder se vzhledem k mnohem intenzivnější střelbě stalo zcela bezpředmětným, ne-li přímo sebevražedným počinem. Na jezdeckto tak zbyly převážně pouze průzkumné povinnosti.

Striktně organizované formace pěchoty, které svého času poskytovaly vojákům sebejistotu a kuráž, přičemž usnadňovaly jejich snadné vedení, rovněž pozbyly na významu⁵. Taktika pěchoty se s použitím zadovek, které několikanásobně zvedly význam střelby oproti přímému boji tváří v tvář, radikálně změnila směrem ke skrytému pohybu. Vojáci tak mnohem častěji začali využívat opevnění a po bojišti se pohybovali vleže – plížením.

Při zkoumání vlivu zadovek na organizaci boje a armádní taktiku se lze velmi často setkat s tvrzením, že hlavním jejich přínosem je právě možnost nabíjet zbraň zezadu, vleže, což při nabíjení předovek údajně nelze. Tento mýtus však vyvrací mj. Vladimír Dolínek, když tvrdí, že „technicky možné to tedy bylo a jinou skutečností je, že boj vleže neodpovídal taktickým zásadám 60. let 19. století a byl připouštěn pouze ve výjimečných situacích. To ovšem platilo pro obě strany a charakteristická je epizoda z bitvy u České Skalice v roce 1866: když prušští vojáci v husté palbě začali zalehávat, komentoval to pruský generál Steinmetz slovy, že na zemi může ležet pouze ten voják, který padl.“⁶ Zároveň však přiznává, že „teprve pruské vítězství v roce 1866 se stalo rozhodujícím impulsem pro okamžité

⁴ Calvert, J. B. (2001): *The Army for Civilians*, <http://mysite.du.edu/~jcalvert/hist/army.htm> (13. 8. 2009).

⁵ „Boje v šiku zabraňovaly rozptýlení jednotek a posilovaly odvahu, ale byly vyloučeny s rozvojem rychlopalných zbraní.“ In Calvert, J. B. (2001): *The Army for Civilians*, <http://mysite.du.edu/~jcalvert/hist/army.htm> (13. 8. 2009).

⁶ In Dolínek, Vladimír (1991): *Pušky systémů Dreyse a Lorenz ve válce 1866 – legendy a skutečnost*, <http://www.militaria.cz/archiv/291/clanky/291-10.html> (13. 8. 2009)

zásadní změny ve výzbroji všech armád, pro změny ve výcviku vojsk, v taktice atd.“⁷

2.2.4 Způsoby plížení využívané v AČR

„Plížení se uskutečňuje „plazením“, „po kolenou“ a „na boku“.

K plížení „plazením“ voják zalehne a přitiskne se k zemi, pravou rukou uchopí zbraň za řemen (samopal u horního poutka, kulomet u objímky pístové trubice) a položí ji na předloktí pravé paže.



Obr. 5 plížení „plazením“

(Pub-75-00-01. Metodika pořadové přípravy)

Při pohybu střídavě pokrčuje pravou (levou) nohu a současně vysunuje levou (pravou) ruku co nejdále dopředu; odstrčením pokrčené nohy posunuje tělo vpřed a tímto způsobem pokračuje plynule v pohybu.“ (metodika pořadové přípravy, 2006)

2.3 Svalové řetězce v oblasti pletence ramenního

Svalovou smyčku tvoří skupina dvou svalů upínajících se na dvě vzdálená pevná místa. Mezi oba svaly je včleněn pohyblivý kostní segment, jehož poloha je vyvažována tahem obou svalů.

Svalový řetězec vzniká vzájemnou fyzikální i funkční vazbou několika svalů nebo smyček propojených mezi sebou fasciálními, šlachovými i kostními strukturami do řetězce tvořící samostatný složitý útvar, jehož funkce je programově řízena z centrální nervové soustavy (dále jen CNS). CNS umožňuje sekvenční zapojo-

⁷ In Dolínek, Vladimír (1991): *Pušky systémů Dreyse a Lorenz ve válce 1866 – legendy a skutečnost*, <http://www.militaria.cz/archiv/291/clanky/291-10.html> (13. 8. 2009).

vání jednotlivých článků podle předem programovaného časového rozvrhu (timing), kterým se pohyb svalů koriguje a tím se dosahuje přesnosti pohybu při úspoře energie. Po stránce funkční mohou svaly ve funkčním řetězci pracovat jako funkční synergisté synchronně (v kontrakci) při udržování polohy vřazeného segmentu a nebo mohou pracovat jako funkční antagonisté (reciproční inervace) při změně polohy segmentu (Véle, 2005, 2006).

2.3.1 Svalové řetězce v oblasti pletence ramenního podle Véleho

Způsob propojení mezi **trupem a lopatkou** je realizován pomocí svalů. Jedná se o čtyři svalové smyčky, které při pohybu spolupracují. Tím je dosažen koordinačně harmonický pohyb horní končetiny. Tyto smyčky se účastní na pohybu lopatky nebo její fixaci (Véle, 2006).

1. obratle – **m. rhomboideus** – lopatka – **m. serratus anterior** – žebra
2. hlava – **m. trapezius pars superior** – lopatka
krční páteř – **m. levator scapulae** – lopatka
hrudní páteř – **m. trapzius pars inferior** – lopatka
3. žebra – **m. pectoralis minor** – lopatka – **m. trapezius pars superior** – obratle
4. obratle – **m. trapezius pars medium** – lopatka (Véle, 2006)

Skupinou svalových smyček jsou řetězce svalů mezi **pletencem ramenním a trupem** (Véle, 2006).

1. spojnice mezi hrudníkem a paží:

přední část hrudníku – **m. pectoralis major** – humerus – **m. latissimus dorsi** –
zadní část hrudníku

2. *spojnice mezi humerem a kontralaterálním kolenním kloubem – jdoucí z přední strany:*

humerus jedné strany – m. latissimus dorsi – fascia thoracolumbalis – páteř – crista iliaca kontralaterální – fascia glutea – m. gluteus maximus – fascia lata – m. tensor fasciae latae – koleno druhé strany

3. *spojnice mezi humerem a kontralaterálním kolenním kloubem – jdoucí ze zadní strany:*

humerus jedné strany – m. pectoralis major – fascie přední plochy hrudníku – (přes pochvu přímých břišních svalů na druhou stranu) mm. obliqui abdominis – ligamentum inguinale – fascie stehenní – fascia lata – m. tensor fasciae latae – koleno druhé strany

4. *řetězec pro zpevnění ramenního pletence:*

hrudník – clavicula – m. deltoideus – humerus – m. deltoideus – scapula – svaly lopatkových smyček – hrudník

5. *řetězec otevřený:*

paže – pletenec ramenní – paže – předloktí
scapula – m. supraspinatus – humerus – m. biceps brachii – předloktí – scapula
– m. coracobrachialis – humerus – m. triceps brachii – předloktí

6. *řetězec uzavřený:*

paže – pletenec ramenní – paže – předloktí
scapula – m. deltoideus – humerus – m. brachialis – ulna
scapula – m. biceps brachii – radius (flexe-supinace)
scapula – m. triceps brachii – ulna (extenze)
humerus – m. triceps brachii – ulna (extenze)
humerus – m. brachioradialis – radius (flexe)

(Véle, 2006)

2.4 Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie neboli EMG je vyšetřovací metoda umožňující snímání elektrické aktivity sledovaných svalů prostřednictvím povrchových elektrod.

Povrchové elektrody jsou obvykle menší kovové disky, které se fixují na odmaštěnou kůži leukoplastí. Nejsou vhodné pro vyšetření akčních potenciálů jednotlivých motorických jednotek (dále jen MJ), protože zachycují potenciály z větší plochy, takže se zaznamenává aktivita z více MJ.

Povrchový EMG záznam nás informuje o průběhu rozdílů napětí na elektrodách umístěných na povrchu kůže, ale neposkytuje žádnou bližší informaci o elektrické aktivitě jednotlivých přilehlých motorických jednotek. Nevýhodou použití povrchové EMG jsou nepřesně definovatelné polohy povrchových elektrod vůči aktivním MJ jednotlivých svalů. Obecně je doporučována vzdálenost elektrod 10 mm ve stopě střední linie svalu v oblasti největšího bříška svalu (De Luca, 1993).

Záznam se označuje jako **elektromyogram**. Většinou se podobá vyjádření interferenčního vzorce vzniklého překrytím sumačních potenciálů z většího počtu motorických jednotek. „Nejedná se o prostou sumaci elektrického napětí v daném okamžiku, ale o výsledek jejich interferencí v prostorovém vodiči - sval, kůže, elektrody.“ (Rodová et al., 2001)

Při snímání záznamů pomocí povrchových elektrod je potřeba snížit odpor kůže na minimum. Kůže musí být suchá, doporučuje se ji předem odmastit tukovým rozpouštědlem a případně skarifikovat speciální abrazivní pastou. Uložení aktivní snímací elektrody je nad svalovým bříškem co nejbližší motorickému bodu, referenční snímací elektroda je umístěna nad šlachou. Mezi elektrodu a kůži se aplikuje vodivý gel. Doporučují se miskové elektrody a dobré připevnění elektrod ke kůži.

„Kineziologická EMG se zabývá především vyšetřením svalové funkce během selektovaného i komplexního pohybu, sleduje koordinaci činnosti svalů, pozoruje speciální vliv a efekt tréninkových metod, terapeutických prvků, vztah velikosti elektromyografického signálu k síle, únavě, a vliv interakce zátěže či nástroje a svalové funkce.“ (Rodová et al., 2001)

K pozitivům patří snadný přístup k fyziologickým procesům, které přímo souvisí se vznikem pohybu a produkováním síly (De Luca, 1993), neinvazivnost a relativně jednoduchý postup provedení detekce (Rodová et al., 2001).

3 METODIKA VÝZKUMU

3.1 Obecná charakteristika výzkumu

Bakalářská práce nemá experimentální charakter. Neovlivňovali jsme vstupní data a nesledovali jsme dynamiku sledovaných proměnných. Jedná se o intra-individuální komparativní analýzu, kdy pomocí povrchové EMG byla snímána činnost vybraných svalů na jedné osobě při dvou různých pohybech. Současně se snímáním EMG byl pořízen i synchronizovaný videozáznam. Záznam dat byl převeden do počítače a speciálním počítačovým programem upraven. Po zpracování naměřených dat bylo možno jednotlivým fázím pohybu přiřadit odpovídající EMG charakteristiku vypovídající o aktivitě sledovaného svalu.

Elektromyografie jako metoda objektivizace svalových funkcí vyvolává řadu kontroverzních názorů. Je nutné si uvědomit, že neměříme svalovou sílu. Neměříme práci svalu. Ale měříme elektrický potenciál, který existuje při svalové aktivaci a tuto aktivaci nejuvěrněji ilustruje na topicky přesně vymezeném místě svalu živého organismu. Z elektrického potenciálu usuzujeme na aktivitu motorické jednotky a z té na práci svalu.

Musíme brát také v potaz, že:

Kvantitativně můžeme srovnávat pouze výsledky měření na 1 osobě bez přelepování elektrod a bez velké časové pauzy mezi měřeními (pocení, odlepení elektrody).

Při analýze pohybové aktivity je nutné vybrat probanda s vysokou mírou koordinace pohybu a s pevně fixovaným hybným stereotypem.

Zapojení velkého počtu motorických jednotek způsobuje deformaci křivky, vyplývající ze vzájemné interference.

Nemůžeme ani porovnávat svalovou práci dvou svalů. Musíme počítat s různou vodivostí kůže na různých místech těla, odlišnou silou podkožního tuku, různou velikostí motorických jednotek.

Lokalizace elektrod je možná pouze do jednoho určitého místa svalu. Popisujeme-li aktivaci svalu, popisujeme vlastně aktivaci pouze místa svalu, kde jsou lokalizovány elektrody. Východiskem je expertní vyhledání místa největší svalové kontrakce pro lokalizaci elektrod.

3.2 Popis probanda

Proband je 22 let starý, zdravý sportovec, který se od předškolního věku věnoval aktivně plavání, kde dosáhl vrcholové úrovně. Vrcholový sport ukončil přibližně před třemi lety, ale lze předpokládat, že jeho plavecká technika bude vykazovat efektivní svalovou práci s adekvátně zafixovaným pohybovým stereotypem, žádoucím pro tento druh měření. Ve stejné době, kdy ukončil plaveckou kariéru, vstoupil do Armády České republiky (dále jen AČR), kde se v rámci různých druhů výcviku učil bojovému využití plazení, avšak nedospěl v tomto druhu pohybu do srovnatelné úrovně jako v plavání. Předpokládá se tedy, že v plazení nebudou měřené svaly vykazovat stejně efektivní práci a rozdíl mezi aktivací a relaxací bude menší. Plazení však nevyžaduje stejnou míru dovedností jako plavání, jelikož je pro člověka mnohem víc přirozené a pro tuto práci bude úroveň provedení dostatečná.

3.3 Popis místa měření

Měření pro získání dat v plavání kraulem proběhlo v krytém plaveckém bazénu v Praze Hostivaři v září roku 2008. Délka bazénu je 25 m. Teplota vody 27° C.

Měření pro získání dat v kvadrupedálním plazení proběhlo v úpolové tělocvičně na UK FTVS v Praze v březnu roku 2009. Povrch je vytvořen ze žíněnek pro úpolové sporty. Délka úpolovny je 20 m. Teplota vzduchu 25° C.

3.4 Popis techniky měření a použitých instrumentů

Byl použit přenosný měřicí přístroj KAZE5 (vyvinutý na UK FTVS v Praze) se 7 kanály na snímání EMG potenciálů, 1 kanál pracovní pro synchronizaci videozáznamu. Jelikož je měřeno 6 svalů (3 na pravé a 3 na levé straně těla), není možnost přístroje maximálně využita. Váha přístroje s bateriemi včetně sportovní ledvinky upevněné okolo pasu výzkumné osoby je 1,4 kg. Pro měření plavání z důvodu nulové vodotěsnosti přístroje je KAZE5 připevněn na pomocnou osobu, pohybující se stejnou rychlostí ve směru lok. probanda po okraji bazénu. Všechny kabely vedoucí od elektrod do přístroje jsou svázané do kabelu jednoho. Po každém měřeném úseku byl záznam z vnitřní paměti přístroje převeden do přenosného PC, upraven specifickým softwarem KAZE5 a exportován do poslední verze programu Microsoft Excel. Byl pořízen synchronizovaný videozáznam. Pro analýzu byl použit nábor EMG při pokusu s nejvyšší mírou pravidelnosti snímaných EMG potenciálů. EMG křivky získané z programu Microsoft Excel se společně s odpovídajícím videozáznamem přehrály v programu Dartfish, ze kterého byly posléze vytaženy jednotlivé snímky (viz Diskuze).



Obr. 6 umístění elektrod

(*m. pectoralis major, dx, sin; m. obliquus abdominis externum, dx, sin*)



Obr. 7 umístění elektrod
(*m. latissimus dorsi, dx, sin*)

3.5 Design výzkumu

Výběr svalových skupin byl omezen:

- a) stanovením svalových skupin podílejících se na záběru paží při plavání
- b) počtem přenosových kanálů

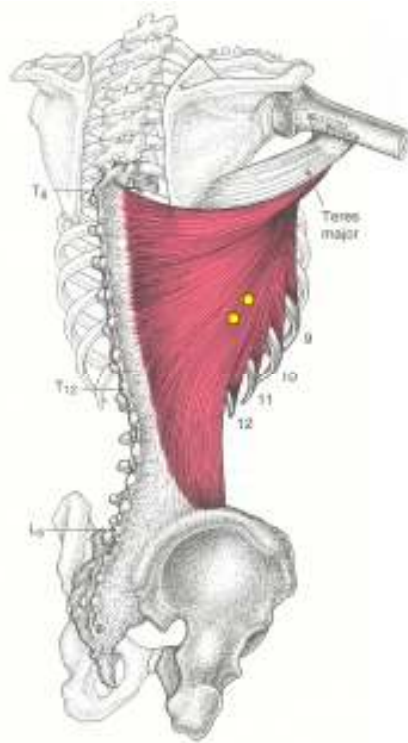
Proband byl sledován při několika opakováních (při plavání kraulovou technikou ve vodě v trvání 20 sec. a při kvadrupedálním plazení na pevném povrchu v trvání 10 sec.) Proband se nepohyboval maximální rychlostí, ale soustředil se na správné technické provedení pohybu. Vyhodnocen byl vždy desetivteřinový úsek.

Pro vizualizaci pohybu byl proband natáčen digitální videokamerou s elektronickou synchronizací záznamu s EMG přístrojem. Byl sledován timing nástupu a odeznění aktivace jednotlivých svalů a jejich relevantní zapojení do pohybu v porovnání s jejich klidovým stavem, resp. stavem jejich nízké aktivity. Proto mohla být vyladěna snímaná aktivita EMG křivky tak, aby byla rozprostřena dostatečně na ose a byly tak dostatečně čitelné změny aktivace. Citlivost jednotli-

vých kanálů byla postupně vyladěna od meze čitelnosti při minimalizované křivce až k hranicím saturace náboru EMG křivky. Elektrody jsme umístili na tyto svaly:

1. **m. latissimus dorsi, dx**
2. **m. latissimus dorsi, sin**
3. **m. obliquus abdominis externum, dx**
4. **m. obliquus abdominis externum, sin**
5. **m. pectoralis major, dx**
6. **m. pectoralis major, sin**

3.6 Funkce měřených svalových skupin



Obr. 8 m. latissimus dorsi, dx

(Travell, Simons, 2005), s vyznačením lokalizace elektrod.

Široký sval zádový je rozsáhlý plochý sval trojúhelníkovitého tvaru.

Začátek svalu:

- a) Prostřednictvím aponeurosy nazvané fascia lumbodorsalis od části crista iliaca, od dorsální plochy kosti křížové a od trnů bederních obratlů.

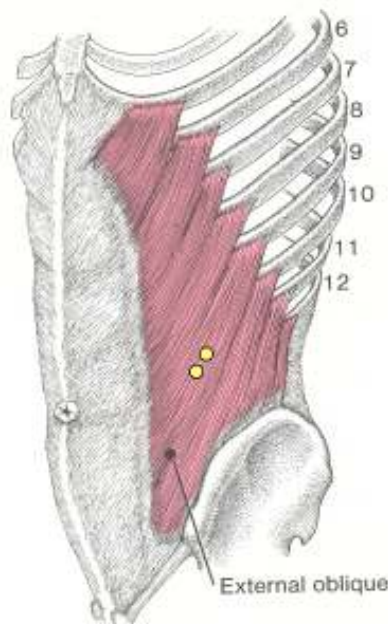
- b) Od tří kaudálních žeber.
- c) Od trnů Th₁₂ až Th₇, případně několika snopci i od povrchové fascie m. teres major.

Úpon svalu:

K úponu se sval zužuje, překrývá dolní úhel lopatky a upíná se silnou šlachou na humerus, na crista tuberculi minoris. Obtáčí přitom úponovou šlachu m. teres major, před kterou se upíná, a stáčí se tak o 180°. Úponová část svalu tvoří **zadní řasu axilární**, tj. okraj zadního ohraničení od pažní jámy.

Funkce:

1. addukce a vnitřní rotace humeru – sval se účastní pohybů paže např. při kopání motykou.
2. Dorsální flexe (extense) humeru v kloubu ramenním (spolu s m. teres major a se spinální částí svalu deltového).
3. Při fixované paži sval zdvihá žebra a stává se pomocným svalem vdechovým. Naopak vnější okraj svalu pomáhá více zakřivit hrudní páteř a tím zmenšit hrudník při prudkém výdechu, např. při kašli (Čihák, 2001).



Obr. 9 m. obliq. abd. exter., sin

(Travell, Simons, 2005), s vyznačením lokalizace elektrod.

Zevní šikmý sval břišní je rozsáhlý plochý sval na povrchu boční stěny břišní. Dopředu přechází v plochou šlachu – **aponeurosis musculi obliqui externi**.

Začátek svalů:

Osm zubů na osmi kaudálních žebrech.

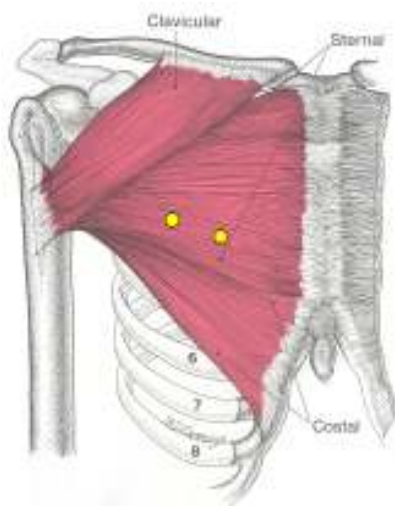
Úpon svalů:

- a) zadní a kaudální snopce na latium externum cristae iliacae
- b) ostatní snopce přecházejí zevně od m. rectus abdominis v aponeurosis musculi obliqui externi, která tvoří přední povrch pochvy přímého svalu a upíná se do linea alba.

Funkce:

- a) při oboustranné kontrakci je synergista m. rectus abdominis
- b) při jednostranné kontrakci **rotuje** páteř s hrudníkem na stranu protilehlou

c) účastní se lisu břišního (Čihák, 2001).



Obr. 10 m. pectoralis major, dx

(Travell, Simons, 2005), s vyznačením lokalizace elektrod.

Velký sval prsní je mohutný sval na ventrální stěně hrudní.

Začátek svalů:

Mediální část klíční kosti, sternum a přilehlé části prvních šesti žeber, přední část 6. žebra a pochva přímého svalu břišního.

Na svalu se podle začátků obvykle rozlišuje: **pars clavicularis, pars sternocostalis a pars abdominalis**

Úpon svalů:

Crista tuberculi majoris humeri.

Funkce:

Liší se podle jednotlivých složek svalu;

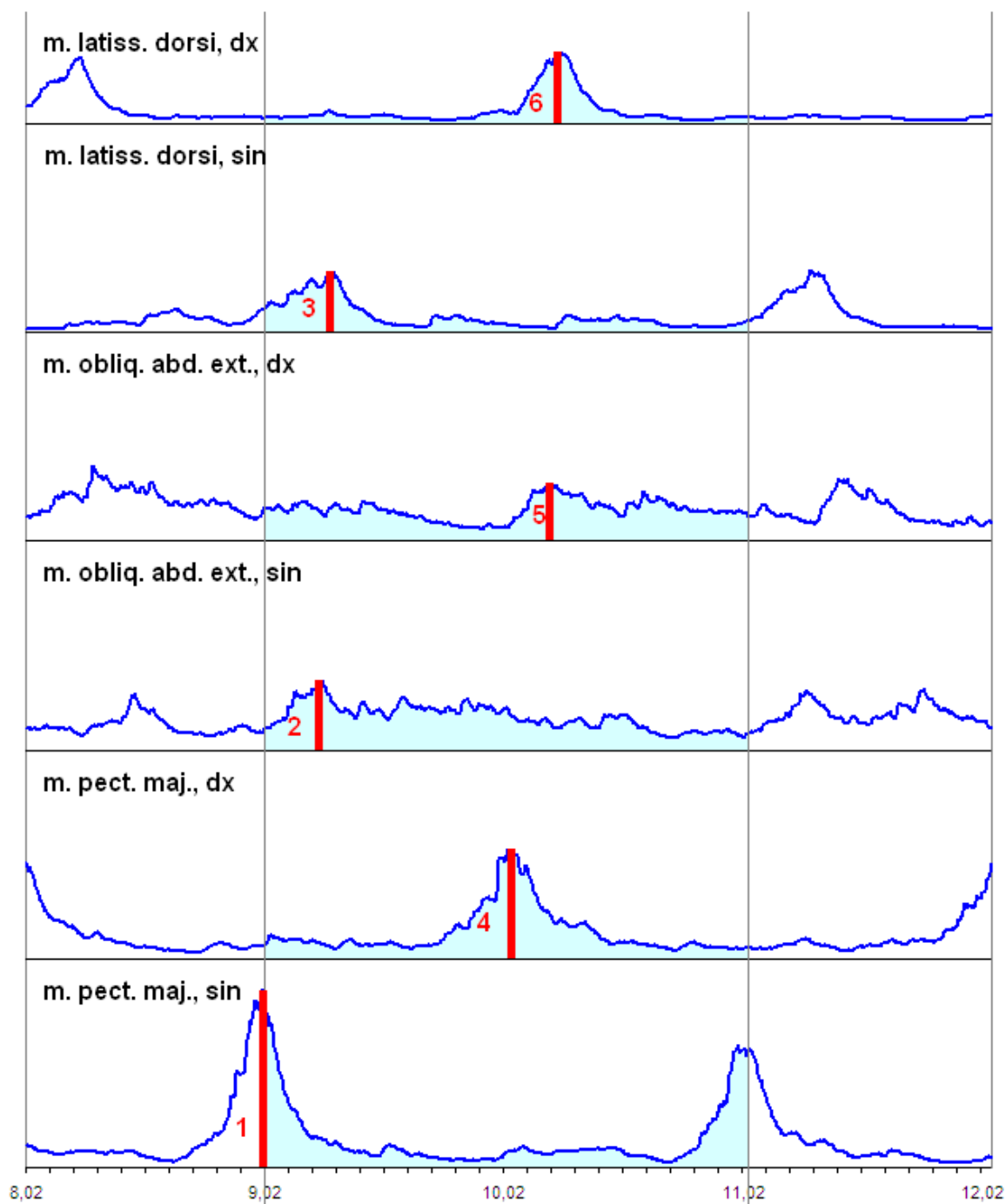
klavikulární část pomáhá při předpažení a udržuje v něm paži;

sternokostální a abdominální části addukují paži a rotují ze zevní rotace navnitř;

abdukční činnost svalu se projeví i opačně – při fixované paži sval zdvíhá hrudník (šplh) nebo při fixované paži zdvíhá žebra a je tedy typickým pomocným dýchacím (vdechovým) svalem (Čihák, 2001).

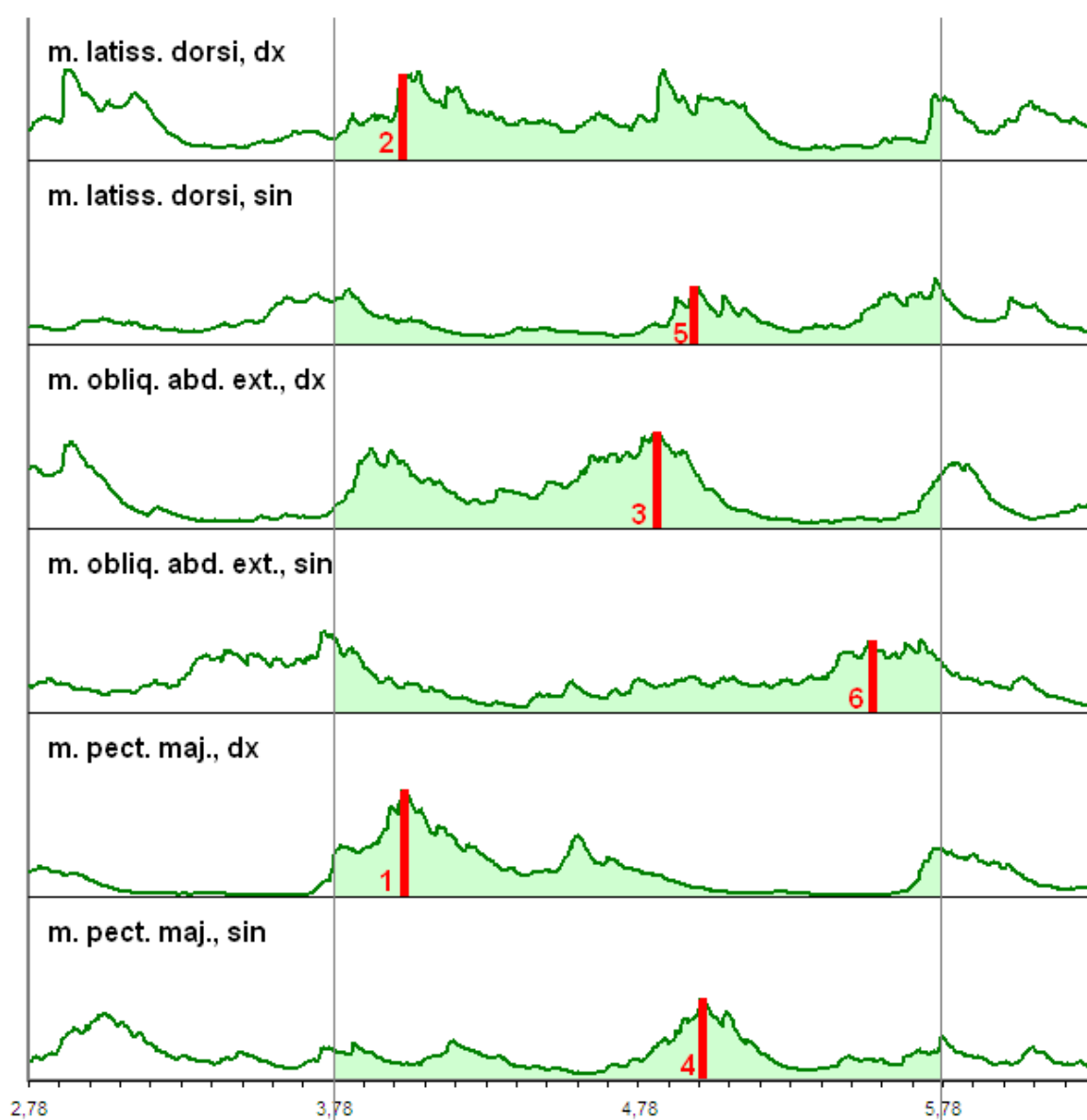
4 VÝSLEDKY PRÁCE

Následující grafy přinášejí intraindividuální porovnání ploch pod EMG křivkou v rámci jednoho krokového cyklu.



graf 1 jeden plavecký krok

Na grafu je u každého svalu vyznačeno jeho lokální maximum (tzv. peak), podle něhož poznáme, kdy je který sval aktivován. U každého peaku je číslo značící pořadí, jak se svaly do pohybu zapojují za sebou. Plavecký krok je v grafu vyznačen od peaku velkého prsního svalu na levé straně těla číslem 1. Levý šikmý břišní sval (peak 2) a levý široký zádový sval (peak 3) se do pohybu zapojují téměř ve stejný okamžik. Totéž je o cca. 1 sec. provedeno pravou stranou těla.



graf 2 jeden pohybový krok v plazení

V plazení je ve stejnou dobu aktivován pravý velký prsní sval (peak 1) společně s pravým širokým svalem zádovým (peak 2). Pravý šikmý břišní sval je poněkud opožděn (peak 3). Pohyb levé stany těla následuje přibližně o 0,1 sec. později se stejným timingem svalové aktivace. Posun je pravděpodobně zapříčiněn odlišnou přenosovou fází obou druhů pohybu.

Osa y v grafech je relativní, jelikož závisí na citlivosti elektrod nastavených pro každý sval zvlášť v rozsahu od 0,05 do 0,2 mV.

Pro lepší srovnání a přehlednost uvádím tabulku s vypsáním pořadím lokálních maxim v obou pohybech.

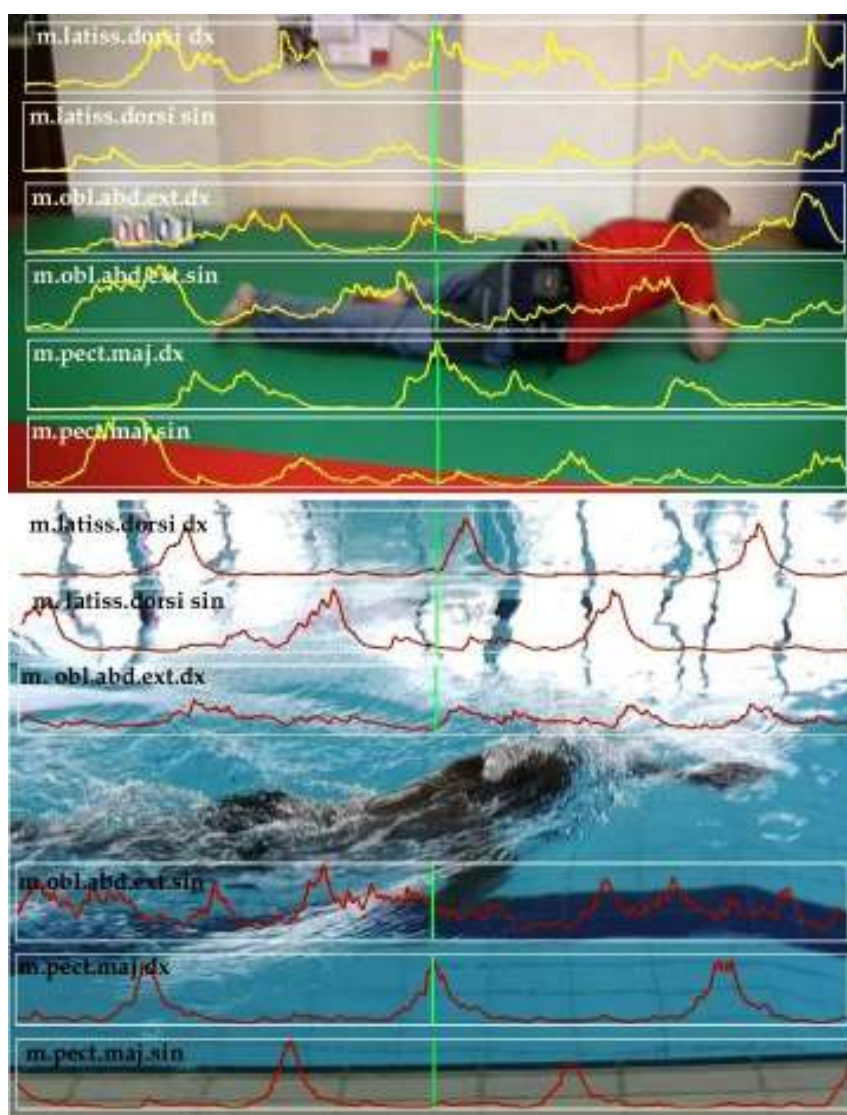
Tabulka 1 lokální maxima

Pořadí lokálních maxim		
	plavání	plazení
m. latiss. dorsi, dx	6	2
m. latiss. dorsi, sin	3	5
m. obliq. abd. ext., dx	5	3
m. obliq. abd. ext., sin	2	6
m. pect. maj., dx	4	1
m. pect. maj., sin	1	4

5 DISKUZE

Pro lepší přehlednost jsme se rozhodli uvést snímky pro lokální maxima svalů pravé strany těla, společně se stručnou charakteristikou, v této kapitole, jelikož se jich diskuze přímo týká. Snímky pro lokální maxima svalů levé strany těla jsou uvedeny bez charakteristiky v příloze, jelikož by jejich popis byl totožný.

Lokální maximum svalu m. pectoralis major dx

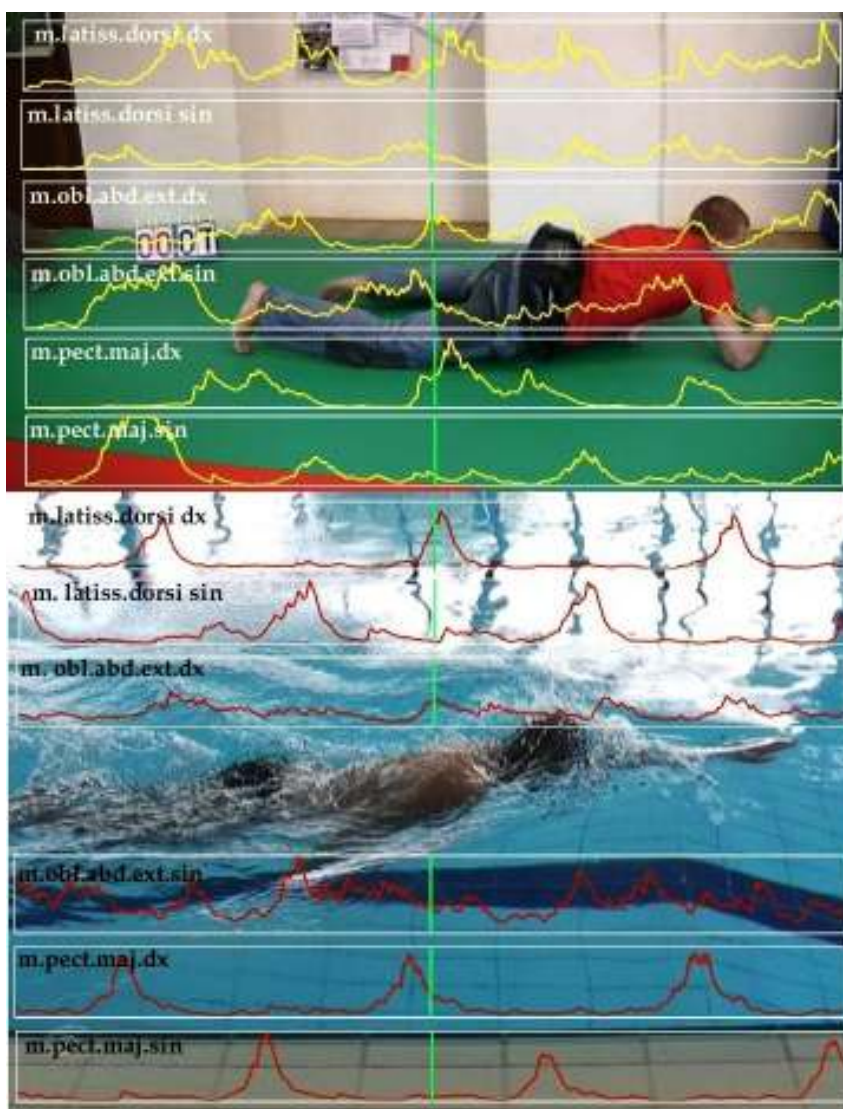


Obr. 11 Lokální maximum m. pect. maj. dx

Plazení: Koaktivace svalu m. latiss.dorsi dx. PHK táhne trup vpřed k punctum fixum (dále jen PF), umístěném na mediálním epikondylu humeru. Zároveň plní antigravitační funkci a přenáší trup přes místo opory.

Kraul: Osamocená aktivace svalu m. pectoralis major dx, zajišťující fázi odtlačování při záběru PHK. Plní pouze lokomoční funkci. Virtuální PF vytvořeno na akrální části PHK. Po lokomoční funkci uvedeného svalu následuje lokomoční zapojení svalu m. latissimus dorsi dx. PHK směřuje k připažení, nachází se ve větší míře extenze než při plazení.

Lokální maximum svalu m obliquus abd. ext. dx

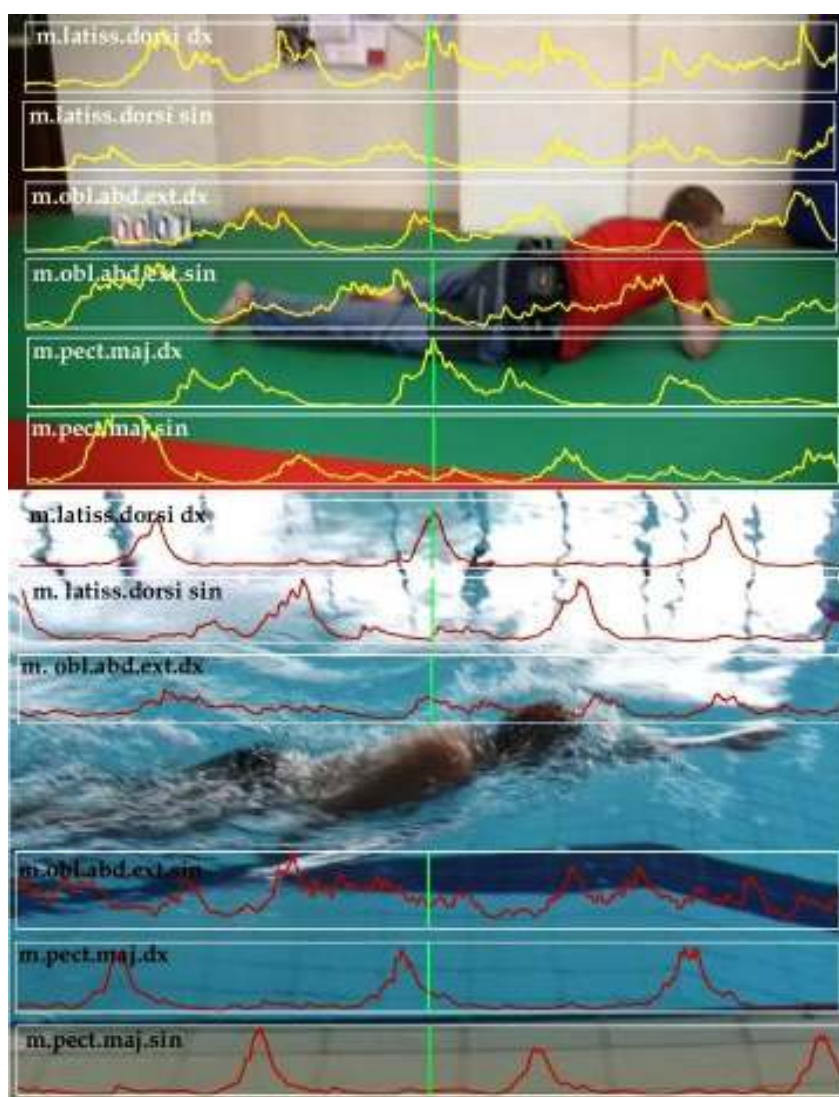


Obr. 12 Lokální maximum m. obliq. abd. ext. dx

Plazení: U plazení m. obliq. abd. ext. dx pracuje jako fázický sval. Na EMG křivce je znatelná kontrakce a relaxace svalu. Je to z důvodů, že při plazení na zemi vzniká větší tření než při plavání ve vodě, během přesunu punctum mobile (dále jen PM) k PF.

Kraul: Zde m. obliq. abd. ext. dx má více charakter stabilizační. Zabraňuje přetáčení trupu při plavání v poloze na prsou, až do polohy na znak a zároveň napomáhá vytočení trupu do správné polohy. Proto je na EMG křivce vidět pravidelná kontrakce, ale nedokonalá relaxace – sval se stále v lehké tenzi.

Lokální maximum svalu m. latissimus dorsi dx



Obr. 13 Lokální maximum m. lat. dorsi dx

Plazení: Souhlasná kontrakce svalu *m. pectoralis major dx*. PHK táhne trup vpřed k PF, je to hlavní záběrový sval.

Kraul: Při kraulu je PF vytvořeno na akrální části PHK, je to tzv. uchopení vody. *M. latissimus dorsi dx* je hlavní záběrový sval, přitahuje tělo jako PM k PF.

Z výše uvedených grafů je vidět jak při lokomočním pohybu, plavání a plazení, se aktivují svaly na pravé a levé straně kontralaterálně. Nejlépe je to vidět na hlavním záběrovém svalu *m. latissimus dorsi* a také u *m. pectoralis major*. Při aktivaci zmíněných svalů na pravé straně jsou zmíněné svaly na levé straně relaxované a naopak, což je důkaz, že se jedná o pravidelný lokomoční pohyb. Jednotlivé pohyby se liší v pořadí lokálních maxim v průběhu jednoho krokového cyklu. Hlavní rozdíl se dá předpokládat z odlišného prostředí a to voda s menším třením a plazení po zemi s vyšším třením.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla kineziologická analýza činnosti vybraných svalových skupin při plavání kraulem a při plazení.

Ze snímků je patrné, že během pohybu ve vodě jsou svaly po většinu času jednoho cyklu relaxované a pouze v přitahovací části záběrové fáze vykazují zvýšenou míru svalového tonu. Výjimkou jsou šikmé břišní svaly, vykazující aktivaci v průběhu celého cyklu. Z lokálních maxim svalů na levé resp. pravé straně těla je znatelná jejich rychlá koaktivace (spoluaktivace) udávající impuls k dopřednému pohybu ve vodě.

Při plazení svaly plní funkci pro dopředný pohyb, zároveň však vykonávají i funkci antigravitační, nutnou pro nadzdvihnutí těla od povrchu. Proto svalový tonus vykazuje v záznamu pozvolné odeznění a relaxace nastává jen v krátkém okamžiku.

Z důvodu rozdílného způsobu přenosu paží jsou svaly v plazení aktivní v pohybu po i proti směru lok., zatímco při kraulu, kde je přenos paží prováděn nad tělem, tuto funkci zřejmě přebírají svaly jiné.

Dle získaných výsledků můžeme tvrdit, že koordinační shoda obou pohybů ve změřených svalech je především v koaktivaci velkého prsního svalu s širokým svalem zádovým. Šikmé břišní svaly se v plavání i v plazení aktivně projevují během celého pohybu.

Vzhledem k tomu, že se svaly zapojují do pohybu velice obdobně, lze tvrdit, že procvičováním jednoho druhu pohybu by se mohl zlepšit i pohyb druhý. Ovšem to se nemůže týkat pohybu celého, nýbrž jen záběrové fáze. Pro plavce by tedy plazení mohlo být prospěšné pro rozvoj svalové síly v záběru, popřípadě trénink svalové koaktivace, ale nemůže se použít pro nácvik techniky, jelikož zde technicky není možné vést záběr tak, jak je popsán v podkapitole Pohyby horních končetin v odstavci **záběrová fáze**. Je otázkou, jak moc, či jestli vůbec plazením můžeme vylepšit kraulový pohyb paží ve vodě u plavců. Odpověď by ale vyžadovala daleko rozsáhlejší zkoumání, které značně převyšuje doporučený rozsah

bakalářské práce. Tato práce pouze měla ukázat, zda oba pohyby mají společný pohybový základ, a jak moc je zapojení hlavních záběrových svalů podobné. Měření nám koordinační shodu našlo ve všech měřených svalech a lze tedy z této práce při hledání odpovědi na tuto otázku vycházet.

Rád bych později svou bakalářskou práci použil jako pilotní materiál pro práci diplomovou s tím, že ji rozšířím o další zkoumané svaly a celý pohyb vyhodnotím na komplexnější úrovni.

SEZNAM VYOBRAZENÍ

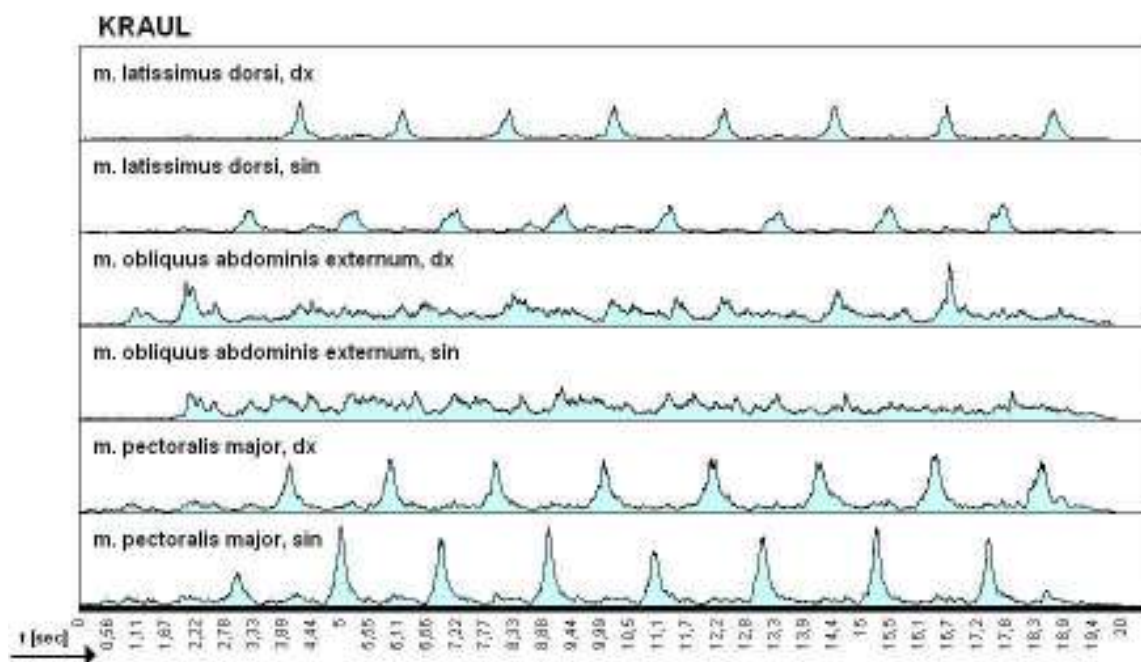
Výchozí poloha reflexního plazení přibližně odpovídající záběrové fázi při kraulu.....	9
Tulenění	10
plavecká poloha	14
vysoký loket	15
plížení „plazením“	19
umístění elektrod.....	26
umístění elektrod.....	27
m. latissimus dorsi, dx	28
m. obliq. abd. exter., sin.....	30
m. pectoralis major, dx	31
Lokální maximum m. pect. maj. dx.....	36
Lokální maximum m. obliq. abd. ext. dx.....	37
Lokální maximum m. lat. dorsi dx.....	38
Lokální maximum m. pect. maj. sin	45
Lokální maximum m. obliq. abd. ext. sin	46
Lokální maximum m. lat. dorsi sin	47

SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, SCHÉMAT

graf 1 jeden plavecký krok.....	33
graf 2 jeden pohybový krok v plazení	34
graf 3 záznam kraul.....	44
graf 4 záznam plazení	44
Tabulka 1 lok. maxima	35

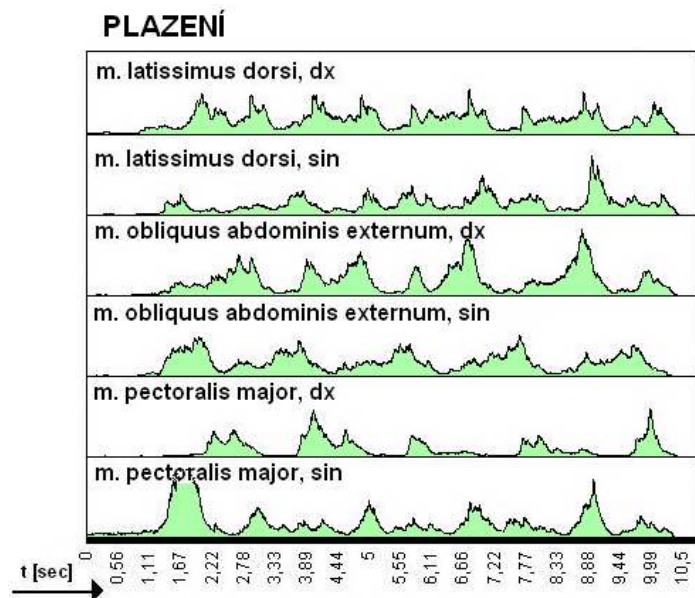
PŘÍLOHY

Graf č. 3 EMG záznam v průběhu 20 sec plavání kraulem



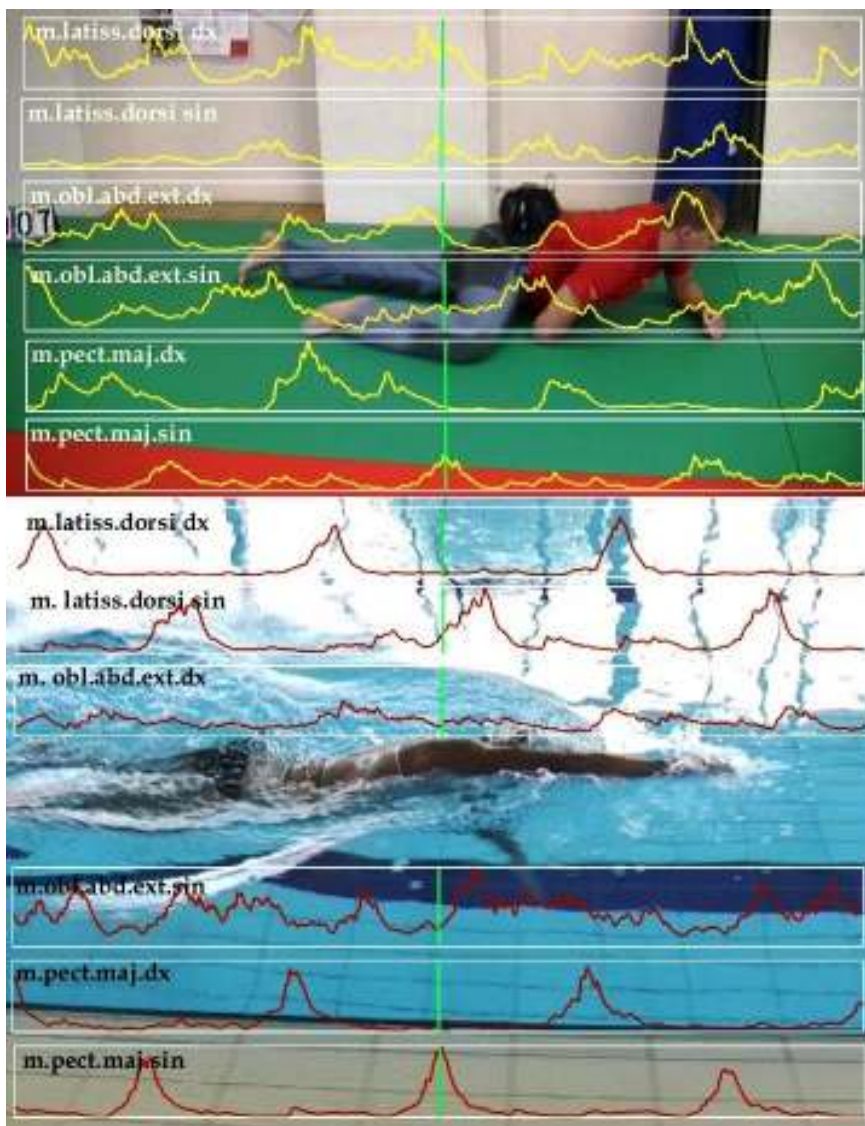
graf 3 záznam kraul

Graf č. 4 EMG záznam v průběhu 10 sec plazením

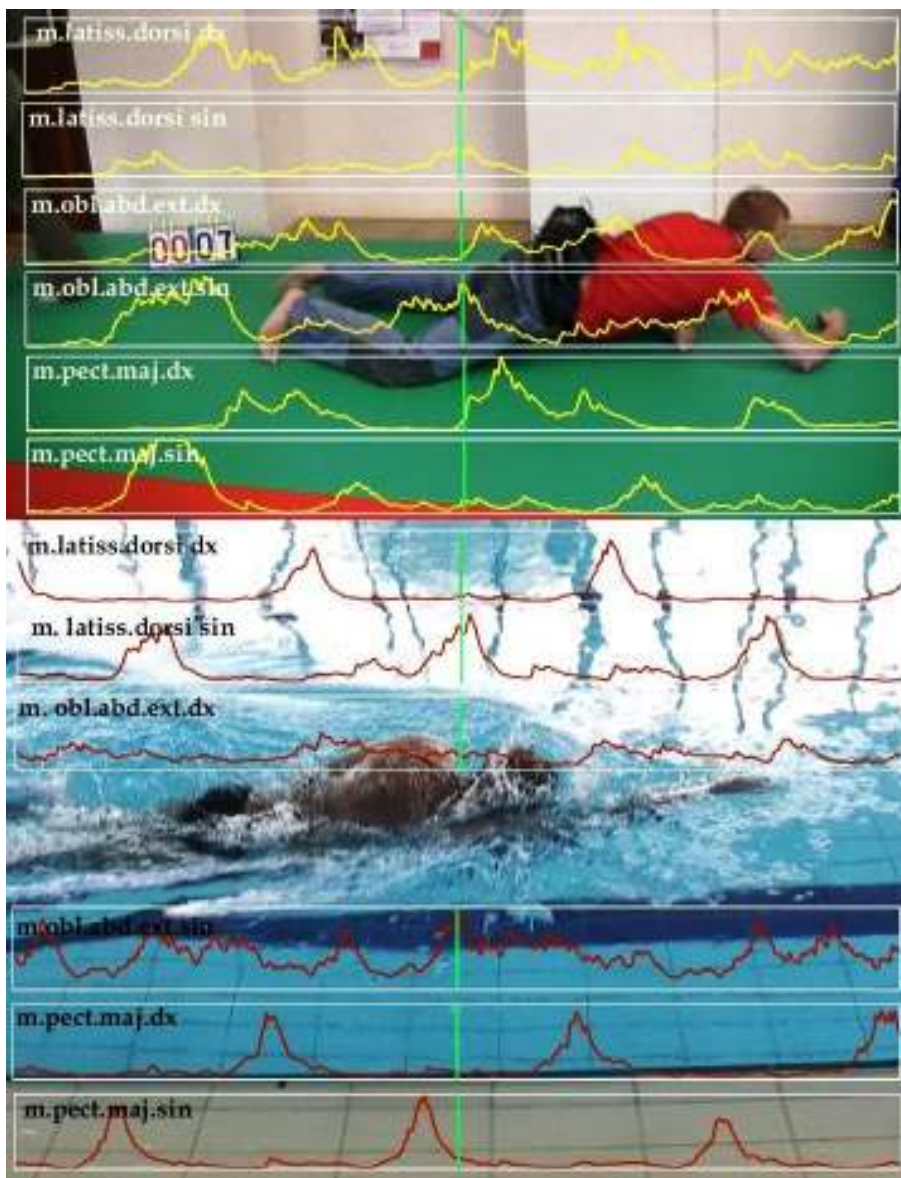


graf 4 záznam plazení

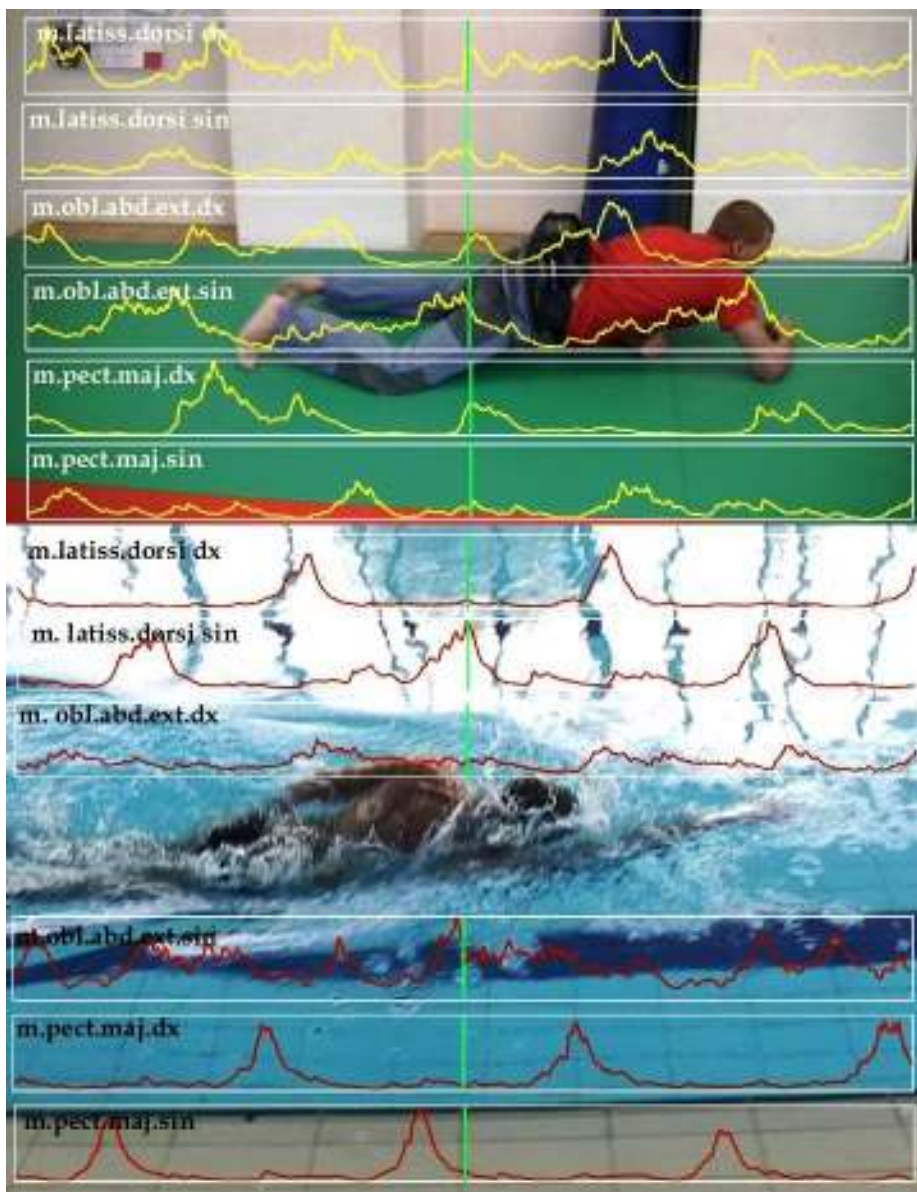
Lokální maxima pro svaly na levé straně těla:



Obr. 14 Lokální maximum m. pect. maj. sin



Obr. 15 Lokální maximum m. obliq. abd. ext. sin



Obr. 16 Lokální maximum m. lat. dorsi sin

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

1. lok. – lokomoce
2. HK – horní končetina/y
3. PHK – pravá horní končetina
4. LHK – levá horní končetina
5. DK – dolní končetina/y
6. UK FTVS – Univerzita Karlova fakulta tělesné výchovy a sportu
7. EMG – elektromyografie
8. OH – Olympijské hry
9. CNS – centrální nervová soustava
10. MJ – motorická jednotka
11. AČR Armáda České republiky
12. PC – personal computer
13. PF – punctum fixum
14. PM – punctum mobile

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČIHÁK, R. *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing, 2001.
2. KRAČMAR, B. *Kineziologická analýza sportovního pohybu*. Praha : Triton, 2002. ISBN 80-7254-282-3.
3. HOFER, Z. a kol. *Technika plaveckých způsobů*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1205-4
4. MAGLISCHO, E. W. *Swimming Faster*. Polo Alto 1982.
5. MAGLISCHO, E. W. *Swimming Fastest*. Polo Alto 2003.
6. LUCERO, B. *The 100 best swimming drills*. Oxford: Meyer & Meyer Sport, 2008. ISBN 978-1-84126-216-1
7. Pub-75-00-01. *Metodika pořadové přípravy*. Praha, 2006.
8. Cvičební řád ozbrojených sil ČR - Zákl - 2 Praha 2005, MO
9. TLAŠKOVÁ, P. *Zapojení svalů v oblasti ramenního pletence při Nordic Walking* Diplomová práce. Praha : Univerzita Karlova, FTVS, 2008
10. DOLÍNEK, V., *Pušky systémů Dreyse a Lorenz ve válce 1866 – legendy a skutečnost*. [on-line]. © 1991 [cit. 13.8.2009]. Dostupné na www: <http://www.militaria.cz/archiv/291/clanky/291-10.html>
11. CALVERT, J. B. : *The Army for Civilians*, [on-line]. © 2001 [cit. 13.8.2009]. Dostupné na www: <http://mysite.du.edu/~jcalvert/hist/army.htm> (13. 8. 2009).
12. VÉLE, F. *Kineziologie*. Praha : Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9
13. JAVŮREK, J. *Vybrané kapitoly z klinické kineziologie*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1986
14. JANDA, V. *Vyšetřování hybnosti*. Praha: Avicenum, 1981

15. TRAVELL, J. G., SIMONS, D. G. *Myofascial Pain and Dysfunction: the triggerpoint manual*. Vol. 3. Baltimore: Williams & Wilkins 2005.
16. DE LUCA, C., J. *The use of Surface Electromyography in Biomechanics*. The international Society for Biomechanics. [on-line]. © 2003 [cit. 10.8. 2009]. Dostupné www: <http://www.delsys.com/>
17. RODOVÁ D., MAYER M., JANURA M. Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabil. fyz. Lék.* 2001, č. 4, s. 173-177.
18. VOJTA, V., PETERS, A. *Vojtův princip*. Praha : Grada, 1995. s. 25, 39, 95. ISBN 80-7169-044-X.

Internetové odkazy:

<http://www.militaria.cz/archiv/291/clanky/291-10.html>

<http://mysite.du.edu/~jcalvert/hist/army.htm>