

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2011

Tomáš Máder

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**Komparativní analýza záběru vpřed na slalomovém,
sjezdovém a rychlostním kajaku**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

Vypracoval:

Tomáš Máder

Praha 2011

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

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:

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval všem, kteří se podíleli na měření potřebných ke vzniku této práce. Dále děkuji svému vedoucímu Doc. PaedDr. Bronislavu Kračmarovi, CSc. za poskytnuté rady při sepisování této práce.

Abstrakt

Název: Komparativní analýza záběru vpřed na slalomovém, sjezdovém a rychlostním kajaku

Cíle: Cílem práce je porovnat záběr vpřed na slalomovém, sjezdovém a rychlostním kajaku.

Metody: K porovnání jsme použili elektromyografické měření, které jsme synchronizovali s videozáznamem.

Výsledky: Výsledky této práce nám ukazují, že nejvíce rozdílů je u záběru vpřed, podle timingu nástupů aktivace námi vybraných svalů, mezi rychlostním a slalomovým kajakem.

Klíčová slova: Elektromyografie, záběr vpřed, slalom, sjezd, rychlostní kanoistika

Abstract

Title: The comparative analysis of forward stroke on the slalom kayak, wildwater kayak and speed kayak

The Aim: Aim of this work is the comparative analysis of forward stroke on the kayak to slalom kayak, wildwater kayak and speed kayak.

Methods: For comparison, we used electromyography measurements, we have synchronized with video.

Results: The results of this work we show that most differences in the forward stroke, according to timing of entries we selected muscle activation between the speed and slalom kayak.

Keywords: Electromyography, forward stroke, slalom, wildwater, speed canoeing

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Teoretická východiska	10
2.1 CHARAKTERISTIKA DISCIPLIN	10
2.1.1 Rychlostní kanoistika.....	10
2.1.2 Sjezd na divoké vodě	11
2.1.3 Slalom	12
2.2 Technika pádlování	14
2.2.1 Pádlo	14
2.2.2 Technika pádlování na rychlostním kajaku	15
2.2.3 Technika záběru na sjezdovém kajaku	17
2.2.4 Technika záběru na slalomové lodi	20
2.3 Elektromyografie.....	24
3. Cíle a úkoly práce, hypotézy.....	27
3.1 Cíl práce	27
3.2 Úkoly práce	27
3.3 Hypotézy	27
4. Metodika práce	29
4.1 Popis sledovaného souboru	29
4.2 Použité metody.....	29
4.3 Sběr dat.....	29
4.4 Analýza dat.....	30
4.5 Měřené svaly	32
5. Výsledky	37
6. Diskuse.....	43
7. Závěr	45
8. Seznam literatury	47
9. Přílohy.....	49

1. Úvod

Kanoistika má v naší zemi velkou tradici a to jak v rekreační sféře, tak i v té závodní. Právě ve vrcholové kanoistice máme nespočet úspěchů i na mezinárodních úrovních.

Dá se říci, že jízda na kajaku je velmi starou disciplínou. Nejdříve se jezdilo na klidné vodě – rychlostní kanoistika, a později se zvědavý člověk pouštěl i do těžšího terénu a vznikl slalom na divoké vodě a sjezd na divoké vodě.

Všechny tyto zmíněné disciplíny se jezdí jak na kajaku, tak na kánoi. V této práci se zaměříme na kajak. Na první pohled vidíme rozdíly ve tvaru jednotlivých lodí, tedy hydrodynamické vlastnosti použitých lodí v jednotlivých sportovních disciplínách (slalom, sjezd a rychlostní kanoistika). Rychlostní kajak umožňuje nejdelší setrvačnost rychlosti lodí oproti sjezdu či slalomu, kde plocha vytváří větší odpor (z hlediska příčného profilu lodí). Stejně tak sezení a opěrka pro nohy, která je u každého kajaku pro danou disciplínu odlišná.

V naší práci se budeme zabývat porovnáním přímé jízdy vpřed, tedy přímého záběru vpřed, který je společný pro všechny disciplíny (slalom, sjezd a rychlostní kanoistika). Pomocí povrchové elektromyografie chceme porovnat pořadí nástupů aktivity u zvolených svalů při rychlostním, sjezdovém a slalomovém záběru vpřed. Zajímá nás, jak se tyto tři disciplíny liší, či podobají, z hlediska pořadí zapojení svalů do lokomoce člověka.

2. Teoretická východiska

Jízda na kajaku je činnost velmi stará. Již Eskymáci využívali lodí k přepravě a lovu na vodním terénu. Postupně se kajak stal oblíbeným prostředkem nejrůznějších turistických plaveb a pronikl i do soutěží a postupně do vrcholového sportu. Technika pádlování byla zpočátku nesespecializovaná, základem byl pohon lodí vpřed a pádlo napomáhalo také lepší stabilitě. S rozvojem sportu a postupnou specializací na rozdílné disciplíny, rychlostní kanoistika, slalom a sjezd na divoké vodě. Všechny tyto disciplíny jsou velmi technicky náročné. V rychlostní kanoistice jsou kladeny nároky spíše na kondiční připravenost. U divoké vody, kde je nutné se neustále přizpůsobovat měnícím se vodním podmínkám je kladen důraz na koordinaci pohybů. Vývojem se začala odlišovat i technika pádlování tak, aby byla co nejekonomičtější a nejúčelnější. K tomuto vymezení přispěl i vývoj nových materiálů pro stavbu lodí a pádel, stejně tak konstrukce nových tvarů listů a kajaků lépe přizpůsobených konkrétním vodním podmínkám.

2.1 CHARAKTERISTIKA DISCIPLIN

2.1.1 Rychlostní kanoistika

Rychlostní kanoistika je sportem provozovaný na stojatých či mírně tekoucích vodách. Podstatou závodu je zdolání vytyčené trati v co nejkratším čase. Z hlediska délky závodní tratě pravidla rozlišují krátké tratě, kam řadí závody do jednoho kilometru. Pro mezinárodní soutěže a závody Českého poháru v rychlostní kanoistice se jedná o tratě 200, 500 a 1000 metrů. Závodí se v rovných devět metrů širokých drahách. Dlouhými tratěmi se míní závody delší než 1000m. Převážně bývá vypisována trať 5000m. Poslední skupinou jsou maratónské tratě, kam patří pro juniory, juniorky, muže, ženy, veterány a veteránky závody delší než 17 km. Dlouhé a maratónské tratě nemají dráhy a závodníci musí v závislosti na délce tratě absolvovat několik obrátek. U rychlostních kajaků na rozdíl od slalomových je kladen požadavek hlavně na maximální rychlost. Ta je zajištěna větší délkou maximálně 520cm, línovitým tvarem a faktem, že od roku 2001 nemají lodě přešpanou minimální šířku.

Na druhou stranu se lodě vyznačují nízkou stabilitou a špatnou točivostí.

Pádla rychlostních kajakářů se od slalomářských liší hlavně zkroucením listů. Tím, že během závodu dochází výhradně k pohybu vpřed a závodník díky kormidlu nemusí provádět řídicí záběry, jsou listy uzpůsobeny hlavně k minimalizaci prokluzu a maximální síle záběru. U zkroucených listů obtéká voda kolem ohnuté hrany rychleji a vzniká tak podtlak, který přitahuje pádlo k lodi. List tak méně vybočuje během záběru do stran (Barton, 2002).

Navíc voda, která ze záběrové strany neodtéká tak rychle, působí jako lepší opora pro záběr. Protože se obtékání zkroucených a plochých listů značně liší, bylo by například provedení slalomářského závěsu s rychlostním pádlem dosti obtížné.

V rychlostní kanoistice není stanoven minimální věk závodníků. Do dvanácti let patří závodníci do kategorie benjamínků. Dále jsou věkové kategorie stejné jako u vodního slalomu tedy. 13 - 14 let žactvo, 15 – 16 let dorost, 17 – 18 let junioři. Starší závodníci již patří do kategorií mužů či žen a veteránské kategorie jsou vypisovány od 35 let. Jízku na rychlostním kajaku můžeme charakterizovat jako dynamickou svalovou činnost, skládající se pouze z cyklických pohybů. Kolísání frekvence je tu ovlivněno zvolenou taktikou a aktuální závodní formou. Mareš (2003) z hlediska taktiky rozlišuje čtyři typy závodníků. Přičemž nejlepší světoví závodníci se dají zařadit k jednomu z typů A respektive B.

Typ A: Rychlý start, ekonomické tempo ve střední části trati a následné zvýšení frekvence v poslední čtvrtině.

Typ B: Velmi rychlý start a postupné klesání rychlosti lodi a frekvence pádlování.

2.1.2 Sjezd na divoké vodě

Sjezd na divoké vodě je disciplína provozovaná ve vodním, často velice proměnlivém prostředí, vyžadující dokonalé zvládnutí techniky jednotlivých záběrů pro bezchybný průjezd technicky náročných pasáží závodní tratě. Všechny pohyby, nutné k zvládnutí průjezdu trati vytváří značně složitý nervosvalový komplex. Pohybový projev technicky vyspělého závodníka ve vodním sjezdu i slalomu se vyznačuje prováděním pohybové činnosti souhrou svalových skupin, jejichž prostorová a časová synchronizace je budována mnohonásobným opakováním a neustálou korekcí v průběhu tréninkového procesu (Bílý, 2002). Výkon ve sjezdu je závislý především na technicko – koordinační připravenosti, psychické odolnosti a kardiorespirační zdatnosti závodníků.

Ve vodním slalomu a sjezdu jsou svaly horní části těla, stejně jako svaly horních končetin užívány dynamicky během cyklických a acyklických střídavých pohybů, dolní končetiny plní funkci opěrnou a udržují rovnováhu lodě (Kračmar, 2002).

Kardiorespirační schopnosti mohou přispívat k úspěchu v závodě pouze omezeně. Výkon je závislý na schopnosti aplikace nejúčelnější techniky záběru a techniky jízdy v podmínkách náročného vodního terénu a na odolnosti překonávat únavu z dlouhotrvající zátěže. Vrcholný sportovní výkon vodních slalomářů je z fyziologického fyzická aktivita, kde závodníci musí vynikat silou, rychlostí i vytrvalostí. Podíl jednotlivých faktorů je přibližně následovný: 26% technicko - taktická připravenost závodníka, 25% psychická odolnost (schopnosti regulovat aktuální psychické stavy) a 49% fyzická připravenost, z toho 20% je podmíněno silou, 15% rychlostí a 14% vytrvalostí (Bílý 2002). Lze ji charakterizovat vysokým rozvojem kardiorespiračního systému, vysokou schopností přenosu a využití kyslíku i tvorbu energie prostřednictvím anaerobního metabolismu. Naproti tomu výkon ve sjezdu musí být podmíněn vysokou schopností jak submaximální zátěže pro sprint (tratě přibližně okolo dvou minut), tak schopností vytrvalostního charakteru s vysokým podílem aerobního, ale i anaerobního metabolismu (pro tratě - 20 – 30 min).

Materiály o struktuře výkonu ve sjezdu na divoké vodě nejsou zpracovány. Rozhodně však vzroste poměr fyzické připravenosti závodníka. Z oblasti psychické připravenosti je nutná především silná vůle překonávat déletrvající zatížení a zvládnání předstartovních a startovních stavů v prostředí vrcholných závodů. Technická připravenost se váže nejen k technice pádlování samotné, ale hlavně k technice jízdy na divoké vodě, přejezdy vln, zvládnání vodních překážek (průjezdy vodními válci, objíždění kamenů), technice průjezdů zatáček a mělčin apod. Se stoupající obtížností vodního terénu klesá podíl síly a vzrůstá důležitost techniky a taktiky jízdy.

2.1.3 Slalom

Jízda na kajaku je dynamická svalová činnost, skládající se z cyklických a acyklických úseků nestejně doby trvání. Činnost kajakáře je především složená z pohybů, které mají loď pohánět vpřed a z pohybů, které loď řídí. Čím vyšší je procento hnacích záběrů oproti řídicím, tím je účinnost pádlování vyšší. Všechny pohyby, nutné k zvládnutí průjezdu slalomové trati, vytváří značně složitý nervosvalový komplex. Tyto pohybové

úkoly sportovci řeší pomocí řady dynamických stereotypů o vysoké plasticitě. Motoricky se na nich podílí především svalstvo trupu a paží. Pasivnější úlohu mají dolní končetiny, které kajakáře především fixují v lodi, a pomáhají při řízení a náklonech lodi. Stejně jako v jiných sportovních odvětvích, tak i ve slalomu na divoké vodě, je sportovní výkon tvořen několika základními složkami. Jsou to předpoklady somatické (antropometrické parametry), psychické, vynikající fyzická kondice a optimálně vyladěná sportovní forma, technika a taktika. Velký vliv na výkon má také kvalitní výstroj a výzbroj, prostředí a řada dalších faktorů, které ovlivňují výsledek v cíli.

Technikou pádlování rozumíme zapojování příslušných svalových skupin a ekonomičnost pohybu, ale stejně tak důležitá je technika jízdy na kajaku. Výběr optimální stopy, nejrychlejšího proudu a dokonalé projíždění a objíždění nejrůznějších překážek na trati.

Technikou pádlování se rozumí správné provedení jednotlivých záběrů a jejich plynulá návaznost. Pádlování je převážně cyklický pohyb. Při nekvalitně opakovaně prováděném záběru dochází k zapojování nesprávných svalových skupin a k postupné fixaci špatného hybného stereotypu, který může vést k svalovým dysbalancím a následným poruchám v držení těla a chybnému postavení v kloubech. Ty mohou být příčinou zdravotních komplikací.

Základním a nejpoužívanějším záběrem ve slalomu na divoké vodě je přímý záběr pro jízdu vpřed. Další záběry jsou záběry řídicí používané pro změnu směru lodi společně s dalšími technikami zatačení. Nejpoužívanějšími řídicími záběry ve sjezdu jsou: obloukový záběr od špice a ve výjimečných případech tzv. kontra záběr neboli záběr vzad. Ve slalomu je navíc řazen mezi řídicí záběry široký záběr od zádě, vylehnutí – opora o pádlo, přitažení a závěs (Bílý, 2001). Pro nácvik techniky pádlování vybíráme nejméně náročný terén, klidnou či mírně tekoucí vodu, abychom tak eliminovali chyby pádlování způsobené nevhodným terénem. Postupným cvičením dochází k fixaci techniky a k zautomatizování pohybu natolik, že je závodník schopen tento pohyb dokonale provádět i v těch nejnáročnějších podmínkách bez vědomé kontroly.

Také nedokonalá základní výzbroj může podstatně ovlivnit tech. pádlování. Týká se to nesprávné vzdálenosti opěrky na nohy, nesprávný výběr délky pádla, volba velikosti listu atd. Tímto problémem se však v této práci nebudu zabývat, avšak neopomímím tím důležitost kvalitního vybavení.

2.2 TECHNIKA PÁDLOVÁNÍ

2.2.1 Pádlo

Kajakové pádlo má dva listy natočené proti sobě v určitém úhlu a kajakář listy proti sobě přetáčí. Pádlo prošlo velmi radikálním vývojem jak z hlediska používaných materiálů, tak z hlediska tvaru, velikosti listů, úhlů natočení, délky žerdi a dalších komponent. Vývoj pádla měl také samozřejmě velký vliv na techniku pádlování. V začátcích kanoistiky byly listy pádla proti sobě natočeny v úhlu 90 stupňů a neměly žádná prohnutí. Následně se začalo jezdit s úhly nižšími než je 90 stupňů. Nyní se jezdí s úhly kolem 80 stupňů. Snad největší revolucí v rychlostní kanoistice byl vynález tzv. wing pádla. To bylo v roce 1936. První wing pádlo vyvinul trenér švédského národního družstva Stefan Lindeborg. Benefit nového tvaru Lindeborg popisoval tak, „že se díky zatočení listů snižuje zpětný prokluz listu pádla vodou“. Což znamená, že nyní záběr více umožní tah kajaku s kajakářem k pádlu a umění složku, kdy se pádlo protahuje vodou k lodi. Tvar pádla se podobal listu z vrtule od letadla, proto se začal tento typ nazývat právě wing. List měl zpětně otočenou vnější hranu při průchodu pádla vodou. Toto otočení mělo za efekt vybočování pádla do strany od lodě. Při vybočení listu od lodě se vytvoří ve vodě vztlak, tj. dojde k podtlaku na vyhnuté straně listu – stejným způsobem jako vyvolává vztlak a podtlak křídlo letadla. Tento vztlak má tendenci udržovat list pádla při záběru v přímém směru a brání jeho vybočování do stran. Tento druh pádla se začal využívat hromadně po roce 1986, když s ním Angličan Jeremy West vyhrál mistrovství světa na 500 i 1000m. V roce 1989 Nor Rasmussen vyvinul některá další důležitá a tím i přelomová zlepšení zatočení listu pádla v jeho podélné ose. Od té doby se tvar listu mění v podstatě pouze kosmeticky. Technika jízdy na kajaku je tedy popisována s tímto „zakrouceným“ typem pádla. Současná rychlostní kanoistika jiné typy listů pro závodění zatím nepoužívá, vodní slalom nebo sjezd ano. Délku pádla volí každý závodník individuálně, dle své výšky, délky paží a v neposlední řadě dle svých pocitů při jízdě. Někteří závodníci používají jinou délku pádla pro singl kajak a hromadné posádky. Mnoho závodníků užívá pádla skládací, a proto je možné měnit délku pádla dle aktuálních potřeb závodníka (Barton, 2002).

2.2.2 Technika pádlování na rychlostním kajaku

Pro EMG analýzu byl v této práci vybrán základní – přímý záběr.

„Vaší snahou je mít maximálně efektivní záběr. To znamená využít vašich největších a nejsilnějších svalových skupin tak, abyste co nejúčinněji využili jejich maximální sílu. To také znamená aplikovat tuto sílu na pohyb vpřed a ne na pohyby lodě nahoru a dolů, nebo do strany, nebo jakéhokoli jiného směru než dopředu.“(Greg Barton, 2002)

Technika pádlování bude zde popsána dle Grega Bartona (2002). Greg Barton je dvojnásobný olympijský vítěz a trojnásobný mistr světa v kanoistice. V osmdesátých letech byl pravděpodobně nejlepším závodníkem a přitom nebyl východní Evropy, odkud pocházela většina šampionů v té době.

Pro dobrou techniku pádlování je důležité nastavení sedačky a příčky, které je zcela individuální. Záleží na tělesných proporcích každého závodníka a jeho pocitu komfortu v lodi. Kolena by měla být v lodi tak vysoko, aby umožňovala maximální rotaci trupu při zasazení pádla do vody. Chodidla na příčce by měla být těsně u sebe. Je to výhodnější pro stabilitu lodě a také efektivnější při řízení. Výška sedačky je čistě podle pocitu závodníka. Čím vyšší sedačka, tím větší páka a tím lepší zasazení do vody.

Kajakářský záběr se dělí dle Bartona na tři části: zasazení, přitažení k pádlu, odpočinek (Barton, 2002). Neklade takový důraz na popis vytažení pádla z vody.

Kračmar dělí pak záběr na fázi zasazení, tažení, vytažení a přenos (Kračmar, 2002). Szanto popisuje záběr jako zasazení pádla, tah pádla vodou, vytažení (Szanto, 1987). Kračmar (2002) a Szanto (1987) neřadí do popisu záběru fázi odpočinku. Všichni autoři se shodují v důležitosti rotace trupu v průběhu záběru.

Rotace trupu

Před samotným začátkem záběru je třeba ještě vysvětlit důležitost rotace trupu. Dobře provedená rotace je určujícím článkem pro kvalitu záběru. Umožní delší a efektivnější záběr. Maximální rotace souvisí s dobrou rovnováhou, a proto je nutné nacvičovat ji již od mladých kategorií.

„Musíte opustit oblast, kdy se cítíte bezpečně a pohodlně, jinak se nezlepšíte.“(Greg Barton, 2002)

Těsně před zasazením by měl být trup maximálně rotovaný a noha na straně očekávaného záběru pokrčena. Rotace by měla vycházet z boků a ne pouze z ramen.

Obrázky jsou v příloze 3 – 6.

Zasazení

Úhel zasazení je úhel v momentě dotyku listu pádla s vodou. Zasazení pádla je nejefektivnější s nataženou horní končetinou v lokti. Avšak ne s uzamčeným loketním kloubem. List by měl být co nejbližší k lodi a pádlo by mělo „zajet“ do vody co možná nejrychleji, a to celý list ještě před tím než začne tahová fáze. Zasazení dělají obě horní končetiny. „Horní ruka“ se dostává o kousek dopředu a „dolní ruka“ z úrovně očí směrem blíže k hladině.

Tah pádla vodu

Tah pádla vodu by měl být proveden maximální měrou trupem a nohou na tažné straně záběru. Paže by měly pouze sloužit jako spojení mezi pádlem a tělem. Je to hlavní fáze záběru. Závodník by měl přitahovat sebe a trup k pádlu a ne protahovat pádlo vodou. „Spodní „ ruka by měla být co nejdéle natažena. Trup by se neměl odklánět od záběru. Horní rameno tlačí vpřed a horní loket se natahuje. Horní ruka se při tlaku pohybuje paralelně s hladinou.

Vytažení

Vytažení pádla začíná vynořováním listu z vody. Z dlouhodobých měření vychází, že v této fázi dochází k největším rozdílům mezi špičkovými a průměrnými závodníky. (Plafenhoef, 1979). Největší chybou v této fázi je tzv. „zatahování pádla“, tzn., že závodník vynořuje pádlo až za úrovní kyčle. Vytažení by mělo být co nejrychlejší.

Odpočinek a obnovení sil

Tato fáze je velmi krátká. Je to bezoporová fáze, na jejímž konci je zpevnění před dalším záběrem (Barton, 2002).

Subjektivní popis průběhu pohybu dle Strnadové (2004)

Strnadová uvádí popis citu pro vodu. Dle ní se cit pro záběr nedá natrénovat. „A právě tento faktor odděluje při stejném tréninkovém zatížení špičkové závodníky od průměrných. „ Cit pro záběr“ je determinujícím faktorem a to je příčina toho, že i méně silově disponovaní jedinci mohou v závodech rychlostních kanoistů dosahovat vrcholných výsledků.

Pro efektivní záběr je nutné citlivé „uchopení“ vody. U jiných sportovních odvětví hovoříme o jednotlivých „pocitech“ („pocit vody“ u plaveckých disciplín, „pocit sněhu“ při lyžování atd.). I v kanoistice tuto skutečnost pojmenováváme jako „cit pro záběr nebo cit pro vodu“. Je to nastavení pádla do správné výchozí polohy, ve správném úhlu a tažení, ne pomalu ani příliš rychle, s přiměřeným silovým úsilím tak, aby nedošlo k „protržení“ vody a vzniku turbulencí za listem pádla. V takovém případě by záběr nebyl efektivní a rychlost lodě by neodpovídala vynaloženému svalovému úsilí. „Cit pro záběr“ se vytrácí při příliš velkém silovém tréninku, kdy dochází k otupení tohoto smyslu a ztrátě jemné svalové koordinace. Při nesprávně uchopeném záběru, voda uniká z listu a vyčerpávající svalová práce nemá odezvu. V rychlostní kanoistice se zvyšuje podíl silové připravenosti závodníka, protože nedochází k řízení pohybu během tažné fáze jako při vodním slalomu nebo sjezdu na divoké vodě. Tratě pro rychlost jsou rovné bez proměnlivosti vnějšího prostředí“ (Strnadová, 2004).

2.2.3 Technika záběru na sjezdovém kajaku

Jízda na sjezdovém kajaku je cyklický lokomoční pohyb uskutečňovaný pletencem ramenním, podléhající obecným zákonitostem motoriky (Kračmar, 2002)

Rozhodujícím momentem pro lokomoci na kajaku je vytvoření bodu opory – „puncta fixa“ (PF) v místě zasazení listu záběrové paže do vody. Tělo s lodí (soustava člověk stroj) tvoří punctum mobile (PM) a je přitahováno k tomuto bodu (Barton, 2002; Gagin, 1976). Schopnost vytvořit pevný bod, ke kterému je loď tažena se označuje jako cit pro vodu (Strnadová, 2004). Je to nastavení pádla do správné výchozí polohy, ve správném úhlu; a tažení, ne pomalu ani příliš rychle, s přiměřeným silovým úsilím tak, aby nedošlo k protržení vody a vzniku turbulencí za listem pádla. V takovém případě by záběr nebyl efektivní a rychlost lodě by neodpovídala vynaloženému svalovému úsilí. Cit pro vodu se vytrácí při příliš velkém silovém tréninku, kdy dochází k otupení tohoto smyslu a ztrátě jemné svalové koordinace. Při nesprávně uchopeném záběru, voda uniká z listu a vyčerpávající svalová práce nemá odezvu (Strnadová, 2004). Jde o velice jemnou koordinovanou svalovou činnost, která má své uplatnění především ve zvlněném vodním terénu. Zásoba pohybových reakcí usnadňuje adaptaci pohybového aparátu na změny vnějšího prostředí.

Jeden cyklus tvoří přímý záběr vpřed uskutečněn působením především prací mohutných svalových skupin trupu a paží a podpůrnou prací dolních končetin. Podíl práce paží se zvyšuje na divoké vodě, kde jsou kladeny větší nároky na řízení. Při záběru na klidné vodě je využita rotace trupu kolem vertikální osy a jeho setrvačnickový charakter pohybu (Stecenko a kol., 1982). Pro efektivní přenos mechanické energie kyvadlově pohybujícího se trupu, je nutná jeho dokonalá stabilizace (Kračmar, 2002; Barton, 2002; Stecenko, 1982)

Sportovec sedí ve vzpřímené poloze, trup je lehce nakloněn vpřed. Kolena jsou mírně od sebe zapřena za oporu, paty jsou u sebe a chodidla spočívají na opěrci. Řízení lodi je prováděno náklony pánve vždy do protipohybu spolu s podpůrnou řídicí činností paží.

Koordinovaná činnost horních končetin, trupu a svalů dolních končetin je přenášena síla svalů na pohyb lodi vpřed (Bílý, Kračmar, Novotný, 2000). Na obtížnějších vodních terénech je pro efektivní průjezd nutná koordinovaná činnost řídicích pohybů spolu se změnou polohy těžiště hlavně při přejezdech větších vln a vodních válců. V takovém případě se trup pohybuje i v předozadním směru.

Mezi klíčové faktory techniky jízdy na kajaku patří přímý záběr vpřed – přenos síly, koordinace pohybu, rytmus (časoprostorová charakteristika), účinnost záběru (Szanto, 1985) Vzhledem k zaměření této práce se budu podrobně zabývat pouze prvními dvěma zmíněnými.

Záběr vpřed je pomyslně členěn na fáze, které různí autoři nazývají odlišně. Bílý (2000, 2002) a Knebel (2000) člení záběr na fáze zasazení, tažení, vytažení a přenos. Stecenko (1982) rozlišuje jako hlavní dvě fáze: opornou a bezopornou fázi. Barton (2002) nazývá přenos relaxací. Autoři se shodují na obsahu a pro výsledný záběr je členění nepodstatné. Záběr vpřed tvoří jeden celek, a přechody mezi fázemi nejsou zřetelné. Oddělený popis je uváděn pro větší přehlednost.

Přenos - bezoporná fáze

Tato fáze bývá v literatuře označena, jako fáze odpočinková, kdy dochází k relaxaci a přípravě na další záběr (Bílý, 2000; Barton 2002) Toto je ale chybná domněnka, neboť v této fázi se tvoří základní předpoklady pro účinnou realizaci tažení. Je neoddelitelnou součástí fáze oporné (tažné) a ve značné míře ji podmiňuje (Stecenko, 1982).

V úvodní části této fáze dochází k dotočení trupu až do konce pohybu paže do výchozí polohy. Drotování způsobuje úplné protažení svalstva trupu a zachovává setrvačnost pohybu. Dotočení nesmí být samostatným pohybem, ale musí být pokračováním

pohybu trupu v oporné fázi. Rotace probíhá plynule a trup se v krajní poloze prakticky nezastavuje. Závěrečným prvkem je zvyšování rychlosti trupu před zahájením záběru. Tím dochází k využití setrvačné síly trupu vracejícího se okolo vertikální osy k tomu, aby se zvýšila efektivnost tažení. Využití síly trupu je základem pro efektivní jízdu (Stecencko, 1982).

Je-li v pohybu využíváno relativně slabých svalových skupin, je tím automaticky snížena možnost využít mohutné svalové skupiny. Bude-li výrazně aktivizováno svalstvo paží, klesne v záběru podíl mohutnějších svalových skupin trupu. Význam mají paže především na začátku záběru, nejefektivnější se zdá zasazení provést pažemi a následně zapojit trup. Svalstvo trupu disponuje větší maximální silou a schopností dosáhnout při práci většího výkonu. Pracující svaly musí své zapojení zahájit v bezodporné fázi, aby v záběru mohly rozvinout maximální aktivitu (Stecencko, 1982).

Oporná fáze – zasazení, tažení, vytažení

Zasazení je spojeno se zvláštnostmi práce pádla ve vodě a se silami, které na něj působí. Než dosáhne list pádla kolmé polohy během tažné fáze, pohybuje se po složité dráze a z hlediska přenosu energie, je tato fáze nejdůležitější. Rozhodující je vytvoření bodu opory. Zasazení musí být rychlé a čisté (bez šplouchnutí vody okolo listu). Tažení probíhá rotací trupu kolem vertikální osy. Záběrová (tažná) paže plní funkci pevné páky, která převádí sílu trupu a paží, nezáběrová (tlačná) paže tvoří oporu pro přitažení celého těla k listu. Vytažení provádí svalstvo paží mírně před trupem sportovce, přibližně na úrovni límce lodi. List pádla se pohybuje dále za tělo v souvislosti s dorotováním trupu a přípravy paže pro další záběr na opačné straně. List pádla je tomto okamžiku nad vodou. Zatahování pádla ve vodě za tělo je hrubou chybou, která narušuje působící síly. Fáze vytažení přechází plynule do bezodporné fáze zahájené přetočením trupu do protipohybu (Stecencko 1982; Bílý, 2000; Knebel, 2000).

Účinnost tažné fáze je určena celkovým rozsahem práce trupu a převodem síly z pádla na loď, což podmiňuje úhel zasazení pádla a dráha pohybu listu ve vodě, a na pevnosti systému paže-trup.

Se zvyšováním obtížnosti vodního terénu se základní popsaná technika mírně odchyluje vždy tak, aby byla zachována efektivnost a ekonomičnost pohybu. Na divoké vodě jsou větší požadavky na práci trupu při změně těžiště při přejezdech vln, dále se více zapojuje svalstvo paží podílejících se spolu s náklony trupu na řídicích záběrech. Mění se také rytmizace pádlování a rozložení sil během záběru. Záběrová paže setrvává déle

ve vodě a slouží částečně jako opora při vyvažování nestability. Na divoké vodě je kladen vysoký nárok na svalovou koordinaci a adaptabilitu pohybu při častých změnách vodního prostředí.

Technika pádlování má svá pravidla postavená na biomechanických a fyzikálních zákonech. Každý člověk je individualita, výsledná technika není nikdy u všech totožná. Lidské tělo je dynamický systém, který se mění a reaguje podle aktuálních vnějších a vnitřních podmínek. Individuální pohybový projev nazýváme styl, který je přizpůsoben konkrétnímu individuu podle aktuálního stavu. (somatickým odlišnostem, psychický stav atd.). Rozhodujícím faktorem je vždy efektivita práce, tj. dosažení maximálního výkonu (maximální rychlost lodi) s minimálním úsilím.

Při hodnocení techniky napomáhá rozbor videozáznamu a vytvořených kinogramů, kde se obvykle analyzuje postavení segmentů vůči sobě. Větší výpovědní hodnotu má celkové hodnocení pohybu včetně rytmu pádlování, který postihuje časoprostorové uspořádání záběru a rozložení síly.

V pádlovacím bazénu sportovec sedí na sedačce modifikující sezení v kajaku pevně spojené s podkladem a pádlem uvádí do pohybu vodu na obou stranách těla ve vodních nádržích. Pro kvalitní záběr je cirkulující voda podmínkou. Ze všech čtyř stran jsou zrcadla pro kontrolu techniky. Bod v místě zasazení listu do vody se stává mobilním bodem a záběrová paže je tažena směrem k trupu sportovce. Těžiště celé soustavy sportovec – loď se během záběru výrazně nemění. Nejedná se tedy o aktivní lokomoci. Vnější projev pohybu je obdobný jako na řece. Uložení PF a PM je opačné než při jízdě na kajaku.

Odpor vody při záběru vyžaduje silovou připravenost, proto by použité listy pádel měly být o 10-15cm užší a stejné délky, jako při pádlování v lodi (Szanto, 1985), případně použít listy s perforací.

Monotónnost stereotypní činnosti je náročná na psychiku, proto se v pádlovacím bazénu nedoporučují dlouhé tréninkové fáze.

2.2.4 Technika záběru na slalomové lodi

V následujících řádkách je popsána ideální technika pádlování. Je samozřejmé, že jen minimum závodníků je schopno pádlovat podle tohoto vzoru. Ve světě nenajdeme dva závodníky, kteří pádlují na pohled stejně. Každý si přizpůsobuje techniku svým

možnostem (antropometrickým, silovým atd.). Hovoříme o jednotlivých stylech pádlování. Každý individuální styl by však měl dodržovat základní pravidla správného pádlování. Je to podobné jako obecný pohybový program chůze, který je v průběhu ontogeneze individualizován do jedinečného pohybového stereotypu (Pišvejc, 2006).

Velmi důležitá je svalová koordinace při pádlování. Nemělo by docházet k jakýmkoli vedlejším pohybům zaviněným nesprávnou souhrou zapojovaných svalů. Vlivem špatné svalové koordinace může docházet k neustálé svalové tenzi během pádlování. Na jednotlivých pohybech by se měly podílet jen ty svaly, které se podílet mají. U ostatních by mělo dojít k cílenému povolení tenze a k jistému uvolnění. Jen tak může probíhat pravidelný odvod metabolitů z jednotlivých svalových partií. Pokud k tomuto nedochází, dojde brzy k svalové únavě, která zapříčiní různé křečovitě pohyby, dochází k snížení maximálního výkonu a postupně nás donutí skončit pohybovou činností. Zvláštností je, že i nejrůznější grimasy, spojené se zapojováním mimického svalstva v obličeji během závodu, mohou spustit zapojení svalových řetězců, které pro daný pohyb nepotřebujeme, a zbytečně tak dochází k plýtvání energie na funkci těchto svalů.

Při jízdě na kajaku se zabírá pádlem se dvěma listy. List pádla tvoří v tuto chvíli punctum fixum, vše ostatní - kajakář, loď, vybavení tvoří punctum mobile. Důležité: směrem vpřed se ve fázi „nákroku“ pohybuje nezáběrová horní končetina proti značnému odporu.

Přímý záběr

Přímý záběr se skládá ze 4 fází, které na sebe bezprostředně navazují a záběr se jeví jako celek. Pro lepší pochopení však budu popisovat jednotlivé fáze odděleně (Bílý, 2002):

a) fáze zasazení, b) fáze zatažení, c) fáze vytažení (ukončení) a d) fáze přenosu.

Příprava na záběr

Závodník sedí ve vzpřímené poloze s trupem mírně nakloněným do směru pohybu. Tohoto předklonu by mělo být docíleno ohnutím v bocích. Ohýbání páteře či hlavy je nežádoucí. Hlava je držena zpřímá, pohled směřuje asi metr před špicí lodi.

Obě ruce jsou ve výši ramen, lokty mírně vytočeny vně. Osa ramenní je vytočena do směru pohybu. Záběrová, přední, paže je mírně pokrčena v loketním kloubu. Nezáběrová, zadní, paže svírá v loktu ostrý úhel -cca. 30°.

a) Fáze zasazení

V okamžiku zasazení je záběrová paže téměř úplně propnuta v loketním kloubu. Snažím se list zasazovat co nejbližší ke špici a současně co nejbližší u lodi. Zasazení musí být rychlý aktivní pohyb, aby celý list vklouzl v jednom okamžiku tiše a čistě do vody. Snahou závodníka je, aby tato fáze byla zkrácena na minimální časový úsek a měla by v podstatě plynule přecházet ve fázi následující – zatažení (příloha č. 3)

b) Fáze zatažení

Tato fáze navazuje bezprostředně na zasazení. V praxi plynule přechází jedna v druhou. Pro účinný záběr je nejdůležitějších prvních 10 – 20 cm jeho dráhy (Strnadová, 2004). Nutná je koncentrace, aby veškerá síla byla transformována do záběru. Nezáběrová paže slouží jako opora pro pohyb záběrové paže (příloha č. 4). Dráha záběru směřuje od špice, mírně šikmo od lodi pod úhlem přibližně 30°. Během vlastního záběru trup a ramena rotují. Vnitřní rameno se pohybuje vzad, vnější vpřed. Páteř působí jako osa rotace. Loď a celé tělo je jakoby tažena za pádlem (více než pádlo za lodí). Nezáběrovou paže se pohybuje po přibližně horizontální dráze a v průběhu rotace by neměla klesnout pod úroveň očí více než o 20 cm.

c) Fáze vytažení (ukončení)

Tato fáze začíná v okamžiku, kdy se list záběrové paže dostane na úroveň těla respektive boků závodníka. List volně vyklouzne z vody za pomoci mírného nadzvednutí lokte a předloktí spodní paže. Viz. příloha číslo 5.

d) Fáze přenesení

Ve fázi přenosu (příloha číslo 6) dochází k rychlému přetočení pádla v tzv. volné ruce, a tím k nastavení listu k dalšímu záběru. Snahou závodníka je tuto fázi zkrátit na minimální časový úsek, neboť pouze v této fázi pádlo nemá jakýkoli kontakt s vodní hladinou a loď je proto nejméně stabilní (na divoké vodě hrozí možnost převrácení). Fáze přenosu slouží ke krátké regeneraci svalstva a přípravě na další záběr na opačné straně.

Při správně provedené technice pádlování se loď pohybuje po nejdelší možné dráze požadovanou rychlostí. Základem pohybu lodi kupředu je rotace trupu a ramen. Osu rotace tvoří páteř. Jednotlivé záběry plynule navazují na sebe. Hlava a trup jsou drženy v jedné ose jakoby izolované od spodní části těla, která je neustále připravena reagovat na změny stability. Na vlastním záběru se podílejí především svaly zad (m.latissimus dorsi, m.trapezius), m.deltoideus a šikmé svaly břišní. Svaly paží (m. biceps brachii a m. triceps brachii) spíše hnací sílu přenášejí. Svaly paží se unaví mnohem dříve než velké svaly zad, a proto je třeba se zaměřit na využití velkých svalových skupin ramen a zad. Současně je nutné se naučit relaxovat ostatní svaly i během jízdy a zapojovat jen ty, které se účastní pohybu. Pro kvalitní přenesení veškeré síly do záběru je nutná neustálá přítomnost mysli při pádlování a koncentrace především na fázi zasazení – zatažení. Vědomé uvolňování svalstva při každém záběru dovolí krátkou relaxaci i během závodu.

K lepšímu přenosu síly na loď dále přispívá pohyb dolních končetin při jednotlivých záběrech, který je minimální. V rychlostní kanoistice dochází k nejvýraznějšímu pohybu dolních končetin, rotace vychází z kyčelních kloubů. Během záběru dochází k předsunutí jednoho kolene před druhé v takové míře, že vzniká mezera mezi kolenem jedné nohy a nataženou druhou končetinou (Prskavec, 2001).

Stejně důležité, jako je kvalitní přenos síly z listu pádla na loď, je také zabezpečení toho, aby nedocházelo k různým ztrátám rychlosti způsobených zvýšeným odporem lodi. Loď by měla klouzat ve vodě bez sebemenších vedlejších pohybů. Neměla by se pohybovat nahoru ani dolů, ani do stran. Také naklánění lodě do stran, během jednotlivých záběrů, je velkou ztrátou rychlosti lodi (Knebel, 2000).

2.3 ELEKTROMYOGRAFIE

Elektromyografie má větší množství technik, které lze využít k testování centrálního i periferního nervového systému (Kadaňka a kol., 1994). Elektromyografie se zpočátku soustřeďovala na vyšetřování svalů a periferních nervů. S rozvojem poznatků fyziologických spolu se zdokonalováním i vyšetřovací techniky se možnosti této metody postupně rozšiřovaly.

Dle Havlíka (2008) je elektromyografie diagnostická metoda, umožňující snímání bioelektrických signálů generovaných činnostmi kosterního svalstva.

Elektromyografie (EMG) patří mezi vyšetřovací techniky, které lékaři napomáhají hodnotit funkční stav pohybového systému a jeho inervace. K vyšetření se používá přístroj zvaný elektromyograf. Je opatřen elektrodami, zesilovačem, procesorem a obrazovkou. Při vyšetření lékař používá jedné ze dvou technik podle charakteru Vašeho onemocnění. Techniky se nazývají konduktivní a jehlová. Vyšetření pomáhá lékaři rozlišit jednotlivé druhy nervosvalových onemocnění (Kasperová, 2004).

Měří se rychlost vedení vzruchu ve stimulovaném nervu a velikost elektrické odpovědi na stimulaci ve svalu nebo v jiném místě nervu. Zjednodušeně řečeno přístroj zjišťuje, jak rychle vedou nervy vzruch do výkonného svalu. Speciální techniky umožňují měřit změny velikosti elektrické odpovědi ve svalu při opakované stimulaci. Jehlová elektromyografie měří vzruchy na menších svalových oblastech na tzv. motorických jednotkách (motorická jednotka je soubor svalových vláken zásobených jedním nervovým vláknem). Výsledkem vyšetření je EMG křivka (Kasperová, 2004).

Hodnota jednotlivých parametrů elektromyografického signálu je ovlivněna nejen fyziologickými faktory (počet detekovaných aktivovaných motorických jednotek, typ a průměr svalových vláken, hloubka a umístění aktivních svalových vláken uvnitř svalu, množství tkáně mezi elektrodami a aktivními motorickými jednotkami, stabilita náboru, rychlost pálení apod.). Důležitý je ale i vliv faktorů metodického postupu detekce a zpracování signálu (De Luca, 1993).

V oblasti detekce se jedná především o elektrodovou konfiguraci, která je dána velikostí, tvarem, lokalizací elektrod a jejich vzdáleností. Za optimální pro biomechanické aplikace De Luca považuje: vzdálenost elektrod 10 mm, velikost elektrody – délka 10 mm, šířka 1 mm. Obvyklá lokalizace elektrod je ve střední linii svalu přes největší bříško svalu (případně mezi motorický bod a šlachou) s detekčním povrchem orientovaným kolmo k průběhu svalových vláken (De Luca, 1993).

Přístroj vyvinutý na FTVS UK v Praze – KaZe05, pro měření povrchové elektromyografie v terénních podmínkách.

K dispozici je 7 kanálů pro přenos EMG potenciálů ze svalů s osmým kanálem pro synchronizaci EMG záznamu s videokamerou - klapka. Vzorkování je 200 vzorků za sekundu, spodní filtr je 30 Hz a horní filtr 1200 Hz. 7 dvojic plochých elektrod o průměru 7 mm se vzdálenostmi středů 30 mm, uzemnění na zápěstí. Regulace citlivosti je od 0,05 až do 2 mV. Usměrnění střední hodnoty – vyhlazení signálu, má čtyři možnosti nastavení a to 15 ms, 30 ms, 60 ms a 125 ms. Nastavitelná délka měření v intervalu 5 sec – 4 min 50 sec. Záznam z vnitřní paměti přístroje je po ukončení série 1 – 7 měření převeden do přenosného PC, upraven specifickým softwarem KaZe05 zpracovávajícím EMG signál a exportován do poslední verze programu Microsoft Excel.

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

Dále je nutné si uvědomit zejména:

1. Kvantitativně můžeme srovnávat pouze výsledky měření na jedné osobě bez přelepování elektrod a bez velké časové pauzy mezi měřeními (pocení, odlepení elektrody). Nevýhodou je minimální možnost zobecnění výsledků.
2. Při analýze pohybové aktivity je vhodné vybrat probanda s vysokou mírou koordinace pohybu a s pevně fixovaným hybným stereotypem.
3. Zapojení velkého počtu motorických jednotek vyplývající ze vzájemné interference způsobuje deformaci křivky, přibližně od zapojení padesáti procent motorických jednotek nestoupá křivka dále lineárně, není možné poměrné posouzení svalové práce. Můžeme však konstatovat, jestli se svalová práce u jednoho svalů zvětšila nebo zmenšila mezi 2 různými činnostmi.

4. Bezvýznamná je snaha o poměrné posouzení svalové práce mezi 2 různými svaly. Do hry vstupuje různá vodivost kůže na různých místech těla, odlišná síla podkožního tuku, různá velikost motorických jednotek (např. okohybné svaly vs. m. gluteus maximus).

5. Lokalizace elektrod je možná pouze do jednoho určitého místa svalu. Popisujeme-li aktivaci svalu, popisujeme vlastně aktivaci pouze místa svalu, kde jsou lokalizovány elektrody. Předpokládáme-li zřetězení svalových funkcí, pak při změně úhlu v kloubu se může posunout řetězec největšího zatížení v samotném svalu a znehodnotit tak výsledky měření. Východiskem je expertní vyhledání místa největší svalové kontrakce pro lokalizaci elektrod. Je samozřejmě nutné simulovat pohyb co nejvěrněji – tvar pohybu i charakteristika práce svalů ve smyslu kontrakce koncentrická versus excentrická (Kračmar, 2007).

3. Cíle a úkoly práce, hypotézy

3.1 CÍL PRÁCE

Cílem práce je pomocí povrchové elektromyografie porovnat aktivitu vybraných svalů při záběru vpřed na slalomovém, sjezdovém a rychlostním kajaku.

3.2 ÚKOLY PRÁCE

1. Shromáždit teoretické podklady pro rozbor techniky pádlování ve všech třech disciplínách – rychlost, sjezd a slalom.
2. Vybrat vhodného probanda a zvolit patřičný terén pro uskutečnění měření.
3. Vybrat svaly, které se na lokomoci podílejí nejvýrazněji a které jsou přístupné pro měření povrchovou elektromyografií.
4. Videovizuálně a za pomoci povrchové elektromyografie sledovat aktivitu vybraných svalů při přímém záběru vpřed na jednotlivých kajacích.
5. Vyhodnotit záznamy povrchové elektromyografie, vypočítat max. kroskorelační matice a určit fázové posuny.
6. Sepsat diskusi a stanovit závěry.

3.3 HYPOTÉZY

H1

Předpokládáme, že nalezneme více podobností v timingu nástupů aktivace svalů rychlostního kajaku a sjezdového kajaku než u rychlostního kajaku a slalomového kajaku.

H2

Předpokládáme, že nalezneme více podobností v timingu nástupů aktivace svalů slalomového kajaku a sjezdového kajaku než u slalomového kajaku a rychlostního kajaku.

Upřesnění:

V našem případě je podobnost stanovena na základě délky periody pohybu, která je u slalomového kajaku 1,68 sec., u sjezdového kajaku 1,64 sec. a u rychlostního kajaku 1,96 sec. Dle De Lucky (1993), který udává hranici rozlišitelnosti ± 10 vzorků, jsme

stanovili tuto hranici pro slalom $\pm 3\%$, pro sjezd $\pm 3\%$ a pro rychlost $\pm 2,5\%$, při vzorkování našeho přístroje 200 vzorků/sec. Na základě těchto údajů jsme stanovili hranici pro podobnost timingu aktivity svalů u jednotlivých pohybů na základě jeho procentuální vzdálenosti od referenčního svalu v maximálním rozmezí 8% (včetně).

4. Metodika práce

4.1 POPIS SLEDOVANÉHO SOUBORU

Jedná se o případovou studii. Zkoumána byla jedna probadka, závodnice na kajaku ve všech zkoumaných odvětvích s vysokou úrovní koordinace při specifické činnosti. Dokazuje to fakt, že závodnice ve dvou zkoumaných odvětvích (sjezd na divoké vodě a rychlostní kanoistice) v době měření reprezentuje ČR na mezinárodní úrovni a patří do první světové desítky.

Probandka podepsala informovaný souhlas. Tento souhlas spolu se schváleným projektem práce etickou komisí je v příloze 1 a 2.

4.2 POUŽITÉ METODY

Při opakovaných činnostech – jízda na rychlostním, sjezdovém a slalomovém kajaku byla sledována aktivita vybraných svalů pomocí povrchové elektromyografie (EMG). Činnost byla zároveň snímána videokamerou, synchronizovanou s EMG přístrojem. Měření bylo provedeno v krátkém časovém úseku, bez přelepování elektrod snímajících EMG potenciály. Lokalizace elektrod byla provedena po expertním vyhledání místa největší svalové kontrakce. Jednotlivé svaly byly palpovány profesionálním fyzioterapeutem při simulované činnosti. Do místa nejsilnější kontrakce byly umístěny jednotlivé elektrody.

4.3 SBĚR DAT

Intenzita provedení odpovídala střednímu tempu na úrovni technických cvičení. Nábor dat pro komparativní analýzu byl proveden pomocí přenosného elektromyografického měřicího zařízení KaZe05, vyvinutého na UK FTVS v Praze. K dispozici bylo sedm kanálů pro přenos EMG potenciálů ze svalů s osmým kanálem pro synchronizaci EMG záznamu s videozáznamem. Sledovány byly úseky v délce 40 sec. Každá činnost byla 3x opakována s dostatečnou pauzou, aby se zamezilo nástupu únavy (pauza 4-5 min.).

Elektrody nebyly v průběhu měření přelepovány a činnosti následovaly za sebou a byly odměřeny v celkovém čase do 60 minut z důvodů minimalizace chyb způsobené únavou či změnou terénních či klimatických podmínek.

Měření proběhlo 23. 9. 2009 v odpoledních hodinách, teplota vzduchu byla 24°C. Povětrnostní podmínky – bezvětří.

Videozáznam byl zaznamenáván videokamerou CANON HDV 1080i srozměšením 3,1 megapixely a frekvencí snímání obrázků: 25 obr/sek.

4.4 ANALÝZA DAT

Pro zpracování EMG dat byl použit program Excel a MatLab, pro zpracování a synchronizaci videozáznamu s EMG záznamem byl použit počítačový program Dartfish.

Program MatLab vyhodnocuje vzájemnou koordinaci činnosti dvou či více svalů pomocí maximální kroskorelační matice složené z korelací časových řad, které označují časový průběh napětí v jednotlivých svaích. Při určení maximální korelace dvou svalů jsou určeny časové a fázové posuny, které nám určují timing (pořadí) nástupů aktivace vybraných svalů. Dále program vyhodnocuje jeden průměrný krok pro každou sledovanou činnost a výpočet plochy pod křivkou průměrného kroku.

Vyhodnocení EMG záznamu

Program Matlab nám umožňuje matematicky vyhodnotit EMG záznam – maximální korelace, časový a fázový posun činnosti a dále vyjádřit míru zapojení svalu, která je vztažena k nějakému maximu (max. volní kontrakce). Při cyklickém, periodicky se opakujícím pohybu (běh, chůze, jízda na kole, pádlování atd.), pozorujeme u EMG záznamu periodicky se opakující hodnoty napětí z jednotlivých svalů. Přestože určení této periody lze provést více způsoby, výsledky jsou obtížně interpretovatelné (Hojka et al., 2010).

Z hlediska zpracování a vyhodnocení diskrétního signálu existuje 5 základních domén: časová, prostorová, frekvenční, autokorelační a waveletová (Todd, Wynn, 2000).

Pro porovnání činnosti dvou a více svalů je výhodné náležitým způsobem zpracovat EMG záznam. Klíčovým předpokladem je rektifikace (usměrnění), čili převedení

záporných hodnot na kladné. Použití filtrů (horní a dolní propust') pro minimalizaci ovlivnění záznamu frekvencemi mimo zkoumané rozpětí. Tyto filtry snižují amplitudu frekvencí mimo zkoumané frekvenční rozpětí, čímž zabraňují nežádoucím jevům (interference, šum), aby znehodnotily EMG záznam. Při povrchovém EMG jsou snímané frekvence nižší než 100 Hz, protože kůže se chová jako low-pass filtr (Merletti, Parker, 2004).

Maximální korelace činnosti dvou svalů

Pokud dva svaly pracují u daného pohybu fázicky, měl by jejich maximální korelační koeficient dosahovat při posunutí jednoho signálu vůči druhému vysokých hodnot – 0,7 a více (Mehta et al., 2009). Pokud dvojice svalů pracuje jako tonický – tonický nebo fázický – tonický, měla by být jejich původní korelace nízká. Jejich maximální korelace v časovém posunu by měla přesahovat hodnotu 0,6. U pohybů, kde se svaly zapojují v určitých fázích pohybu tonicky a v určité fázi pohybu fázicky nejsou uvedené meze směrodatné (Hojka et al., 2010).

Výpočet časového posunu vzájemné činnosti dvou svalů

Z výše uvedené úvahy vyplývá, že pro každé dva svaly EMG záznamu bude maximální. Tento koeficient budeme nazývat časový posun činnosti svalu x posunutého o t_s a signálu y bude maximální. Tento koeficient nazýváme časový posun činnosti svalu y za svalem x . Pro každou periodu pohybu by měl takový koeficient existovat (tzn. $0 \leq t_s \leq T$; kde T je perioda pohybu) (Hojka et al., 2010).

$$t_s(y, x) = \tau \quad \tau = \max_{\text{cor}} [x(t+\tau), y(t)] \quad \tau \in \langle 0; T \rangle$$

Výpočet periody pohybu

Aby měl výpočet periody smysl, musíme uvažovat pouze cyklický nebo cyklicky se opakující pohyb. Vzájemnou periodu činnosti dvou svalů dostaneme součtem časových posunů činností svalů $t_s(x, y)$ a $t_s(y, x)$. Tento výpočet odráží skutečnost, že korelace signálů se postupným posunem po ose x jednoho signálu vůči druhému mění. Jedenkrát za periodu nastane maximum této korelace $t_s(y, x)$. Analogicky zkoumáme časový posun prvního signálu vůči druhému $t_s(x, y)$ (Hojka et al., 2010). Výslednou periodu činností dvou svalů dostaneme jako součet:

$$T(x, y) = T(y, x) = t_s(x, y) + t_s(y, x)$$

Druhou možností výpočtu periody je určení časového posunu mezi globálními maximy funkce $\text{cor}(x, y, t)$ na určitém intervalu. Zde se ukazuje nejvýhodnější využití autokorelační křivky $\text{cor}(x, x, t)$. Výhodné je určovat periodu pohybu jako medián časových vzdáleností dvou globálních maxim na intervalu několika autokorelačních křivek. Výhodou druhého přístupu je výrazně vyšší přesnost určení periody – určená mnohem nižším rozptylem souboru period počítaných druhou metodou (Hojka et al., 2010).

Fázový posun

V některých specifických případech cyklických pohybů nám nevystačí pouhé porovnání časového posunu, protože sledované pohyby mají různou periodu. Pokud u takových pohybů chceme porovnávat timing zapojení jednotlivých svalů, nabízí se možnost porovnávat relativní časový posun vztažený vůči periodě pohybu. Fázový posun svalové činnosti $\varphi(x, y)$ je definována jako podíl časového posunu činnosti dvou svalů $t_s(y, x)$ a periody činnosti dvojice svalů $T(x, y)$:

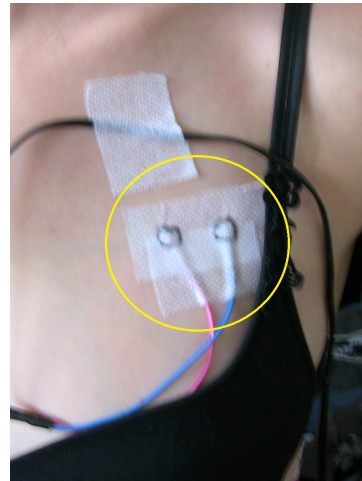
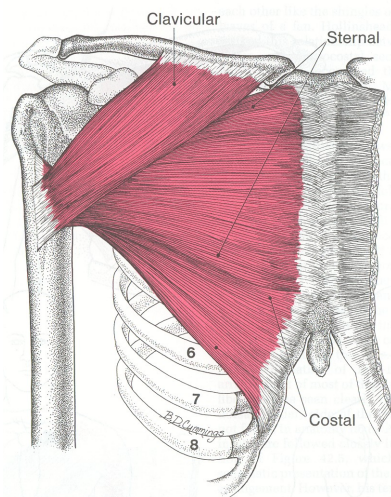
$$f(x, y) = \frac{t_s(x, y)}{T(x, y)}$$

Využití fázového posunu při vyhodnocení pohybu je výhodné při zkoumání fázování pohybu a zkoumání zapojení dvojice agonista – antagonisty v jednotlivých fázích cyklu. Další výhodou uvedeného fázového posunu je pozorování změn v časování pohybu po aplikaci terapie, což se naší práce netýká (Hojka et al., 2010).

4.5 MĚŘENÉ SVALY

1. m. pectoralis major sin.
2. m. obliquus abdominis externus sin.
3. m. latissimus dorsi sin.
4. m. serratus anterior sin.
5. m. triceps brachii sin. caput longum
6. m. infraspinatus sin.
7. m. rectus femoris dx.

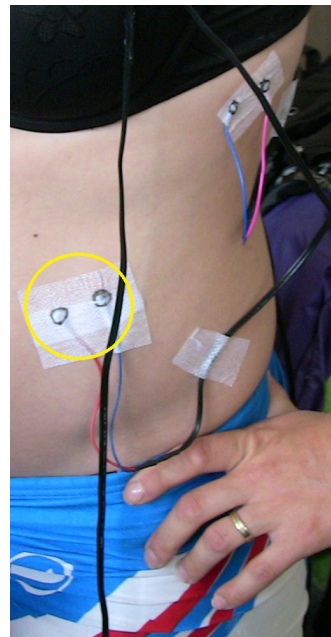
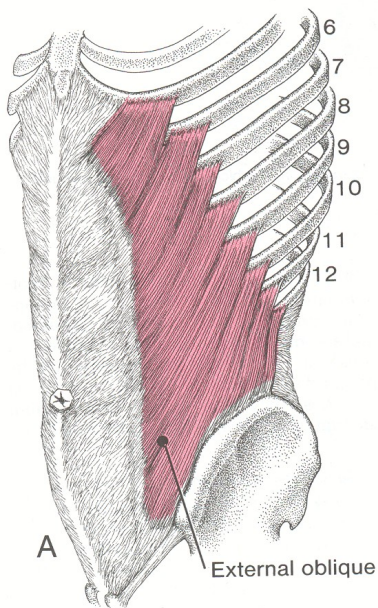
Musculus pectoralis major



Obr. č. 1. *m. pectoralis major* (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. pectoralis major má tři části: pars clavicularis, pars sternalis a pars abdominalis. My jsme nalepili pars sternalis. Pars sternalis provádí extenzi, addukci, horizontální flexi a spolupůsobí při vnitřní rotaci paže (Véle, 2006).

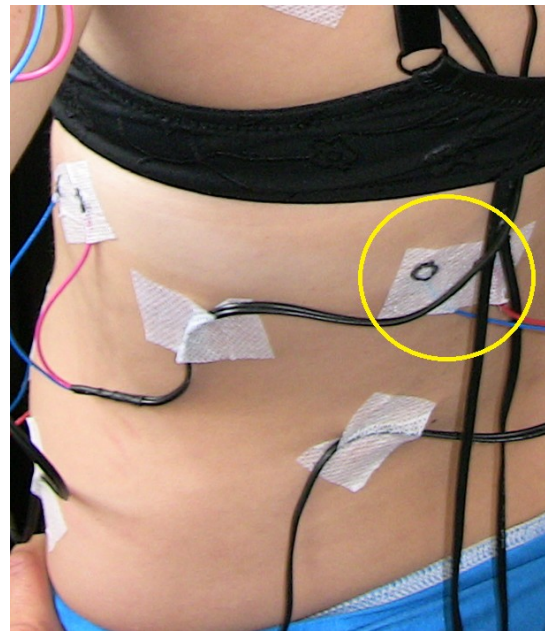
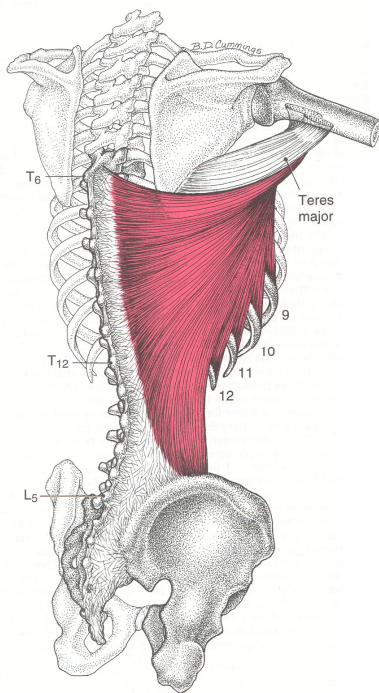
Musculus obliquus abdominis externus



Obr. č. 2. *m. obliquus abdominis externus* (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. obliquus abdominis externus probíhá rovněž šikmo a spojuje široce crista ilisca, torakolumbální fascii lumbální a žeberní oblouk s linea alba. Je to sval povrchní a jeho úpony se u dobře vyvinutého svalstva zřetelně rýsují (Véle, 2006).

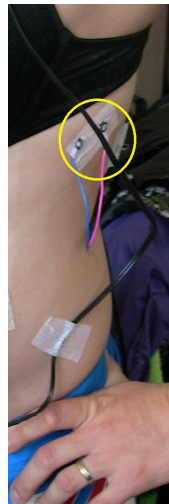
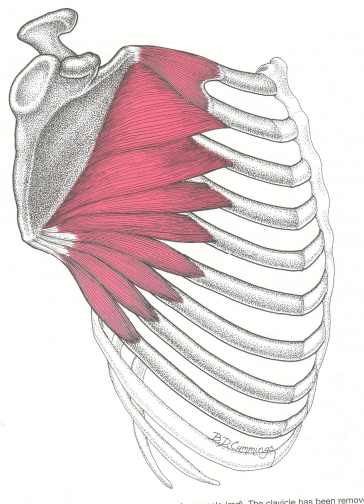
Musculus latissimus dorsi



Obr. č. 3. *m. latissimus dorsi* (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. latissimus dorsi spojuje hrudní páteř (Th 9 – Th 12) s lopatkou a s humerem, působí extenzi, addukci a podporuje vnější rotaci a horizontální extenzi paže (Véle, 2006).

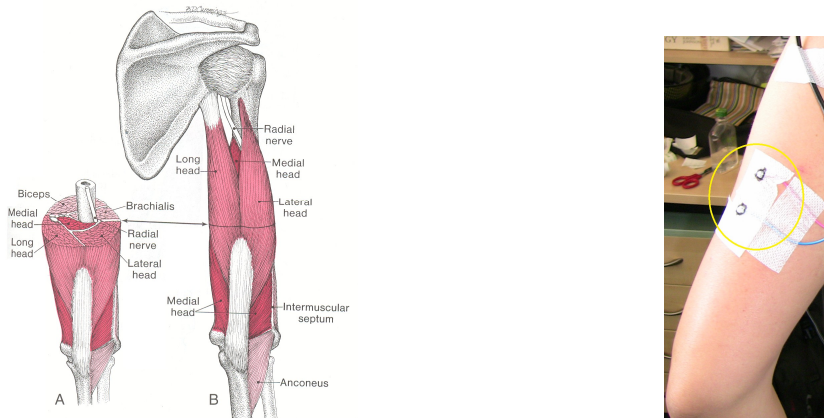
Musculus serratus anterior



Obr. č. 4. *m. serratus anterior* (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. serratus anterior spojuje žebra (costae I-IX) s lopatkou. Podílí se na obdukcii paže, umožňuje vzpažení, fixuje a stáčí lopatku dolním úhlem laterálně (Véle, 2006).

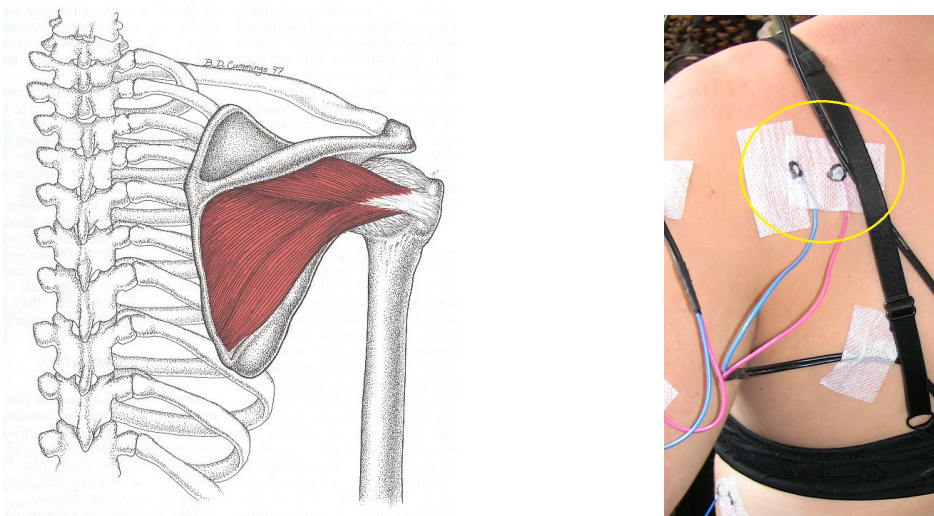
Musculus triceps brachii caput longum



Obr. č. 5. *m. triceps brachii* (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. triceps brachii c. l. – jeho všechny tři hlavy končí na ulně a spojují se s ní přes caput longum, lopatku přes caput mediale humerus a přes caput laterale rovněž humerus. Provádí extenzi v lokti a caput longum se podílí i na abdukci a extenzi v ramenním kloubu (Véle, 2006).

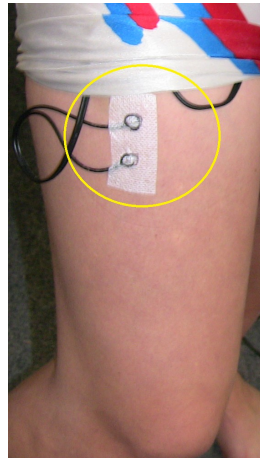
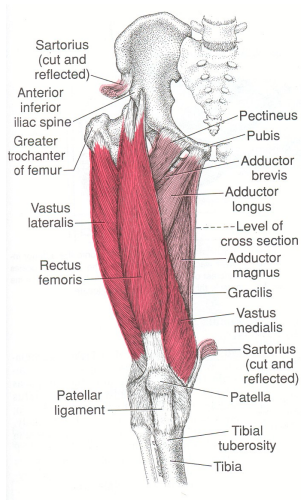
Musculus infraspinatus



Obr. č. 6. *m. infraspinatus* (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. infraspinatus spojuje lopatku s humerem, působí zevní rotaci a horizontální extenzi paže (Véle, 2006).

Musculus rectus femoris



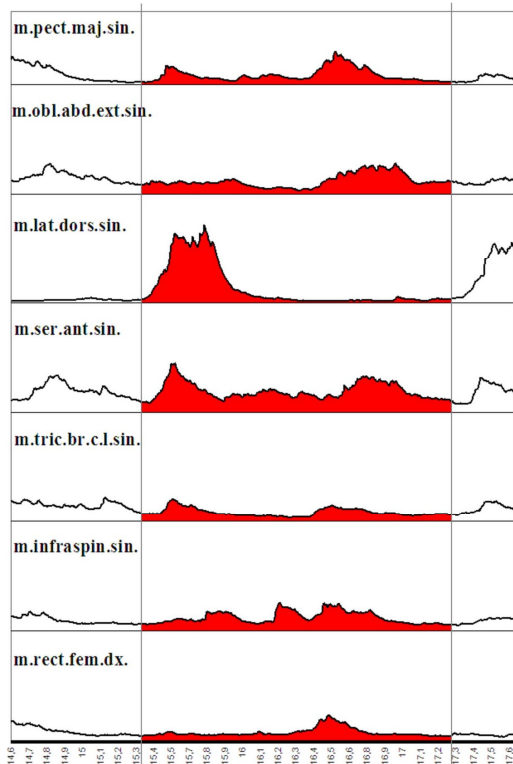
Obr. č. 7. m. rectus femoris (Travell, Simons, 1999) a lokalizace elektrod

M. rectus femoris je dvoukloubový a spojuje pánev s tibií, ovlivňuje kyčelní i kolenní kloub. Působí flexi v kyčli a extenzi v koleně. Jeho vliv na kyčelní kloub je závislý na postavení kolena (Véle, 2006).

5. Výsledky

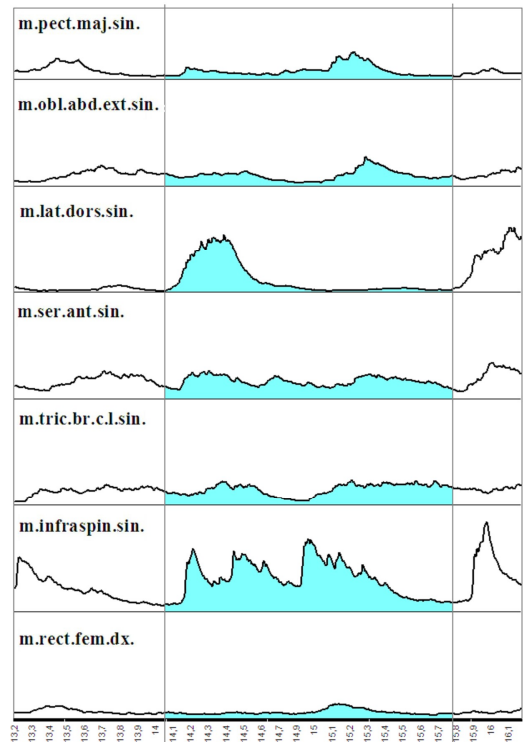
V této práci jsme srovnávali aktivitu vybraných svalů při přímé jízdě vpřed na rychlostním, sjezdovém a slalomovém kajaku. Každý ze zmíněných pohybů jsme měřili třikrát s pauzou 5 minut, abychom zabránili nástupu únavy.

Rychlost – jeden záběrový cyklus



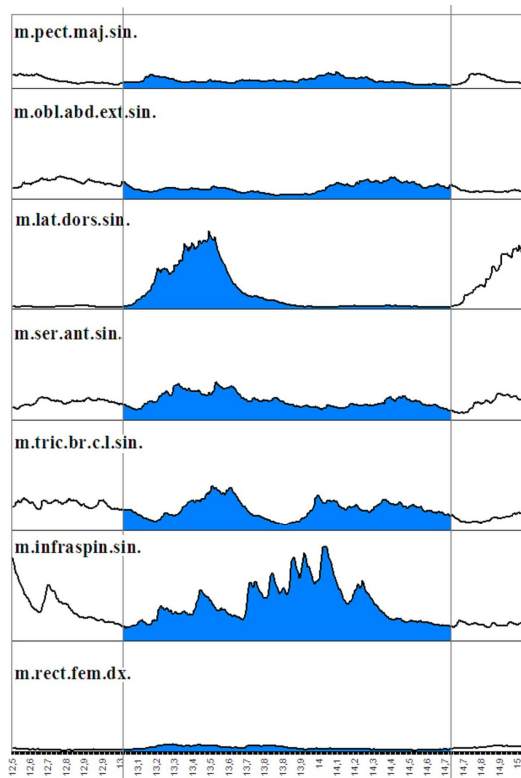
Graf 1 – jeden záběrový cyklus
záběru vpřed na rychlostním kajaku.

Sjezd – jeden záběrový cyklus



Graf 2 – jeden záběrový cyklus
záběru vpřed na sjezdovém kajaku.

Slalom – jeden záběrový cyklus



Graf 3 – jeden záběrový cyklus záběru vpřed na slalomovém kajaku.

Maximální kroskorelační matice s odpovídajícím fázovým posunem

Rychlost

maximální korelace							
	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext.sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
m.pect.maj.sin.	1	0,84	0,91	0,72	0,69	0,55	0,87
m.obl.abd.ext.sin.	0	1	0,89	0,72	0,63	0,60	0,81
m.lat.dors.sin.	0	0	1	0,65	0,49	0,47	0,88
m.ser.ant.sin.	0	0	0	1	0,49	0,51	0,65
m.tric.br.sin.c.l.	0	0	0	0	1	0,45	0,52
m.infraspin.sin.	0	0	0	0	0	1	0,56
m.rect.fem.dx.	0	0	0	0	0	0	1

Obr. č. 8. maximální kroskorelační matice – rychlostní kajak

perioda = 1,96 sd = 0,01

fázový posun v %							
	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext.sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
m.pect.maj.sin.	0	8	51	9	99	97	97
m.obl.abd.ext.sin.	0	0	43	2	95	53	88
m.lat.dors.sin.	0	0	0	60	99	11	47
m.ser.ant.sin.	0	0	0	0	47	50	86
m.tric.br.sin.c.l.	0	0	0	0	0	61	99
m.infraspin.sin.	0	0	0	0	0	0	0,01
m.rect.fem.dx.	0	0	0	0	0	0	0

Obr. č. 9. fázové posuny u záběru vpřed na rychlostním kajaku.

Sjezd

maximální korelace							
	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext.sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
m.pect.maj.sin.	1	0,72	0,84	0,53	0,55	0,52	0,58
m.obl.abd.ext.sin.	0	1	0,68	0,44	0,72	0,63	0,54
m.lat.dors.sin.	0	0	1	0,69	0,40	0,47	0,73
m.ser.ant.sin.	0	0	0	1	0,56	0,53	0,48
m.tric.br.sin.c.l.	0	0	0	0	1	0,46	0,41
m.infraspin.sin.	0	0	0	0	0	1	0,62
m.rect.fem.dx.	0	0	0	0	0	0	1

Obr. č. 10. maximální kroskorelační matice – sjezdový kajak
 perioda = 1,64 sd = 0,022

fázový posun v %							
	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext.sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
m.pect.maj.sin.	0	10	53	52	12	93	93
m.obl.abd.ext.sin.	0	0	44	45	98	40	63
m.lat.dors.sin.	0	0	0	98	56	38	42
m.ser.ant.sin.	0	0	0	0	48	40	46
m.tric.br.sin.c.l.	0	0	0	0	0	48	68
m.infraspin.sin.	0	0	0	0	0	0	7
m.rect.fem.dx.	0	0	0	0	0	0	0

Obr. č. 11. fázové posuny u záběru vpřed na sjezdovém kajaku.

Slalom

maximální korelace							
	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext.sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
m.pect.maj.sin.	1	0,76	0,88	0,75	0,58	0,71	0,58
m.obl.abd.ext.sin.	0	1	0,84	0,62	0,42	0,70	0,77
m.lat.dors.sin.	0	0	1	0,71	0,55	0,86	0,7
m.ser.ant.sin.	0	0	0	1	0,50	0,53	0,44
m.tric.br.sin.c.l.	0	0	0	0	1	0,39	0,45
m.infraspin.sin.	0	0	0	0	0	1	0,60
m.rect.fem.dx.	0	0	0	0	0	0	1

Obr. č. 12. maximální kroskorelační matice – slalomový kajak

perioda = 1,68

sd = 0,006

fázový posun v %							
	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext.sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
m.pect.maj.sin.	0	15	55	63	10	90	55
m.obl.abd.ext.sin.	0	0	40	48	94	75	38
m.lat.dors.sin.	0	0	0	6	47	36	98
m.ser.ant.sin.	0	0	0	0	45	31	94
m.tric.br.sin.c.l.	0	0	0	0	0	94	50
m.infraspin.sin.	0	0	0	0	0	0	85
m.rect.fem.dx.	0	0	0	0	0	0	0

Obr. č. 13. fázové posuny u záběru vpřed na slalomovém kajaku.

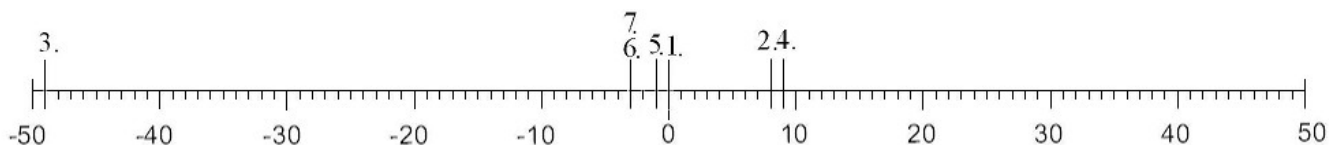
Timing nástupů svalové aktivity v %:

	m.pect.maj.sin.	m.obl.abd.ext. sin.	m.lat.dors.sin.	m.ser.ant.sin.	m.tric.br.sin.c.l.	m.infraspin.sin.	m.rect.fem.dx.
rychlost	0	8	-49	9	-1	-3	-3
sjezd	0	10	-47	-48	12	-7	-7
slalom	0	15	-45	-37	10	-10	-45

Obr. č. 14. pořadí nástupů aktivity svalů v %.

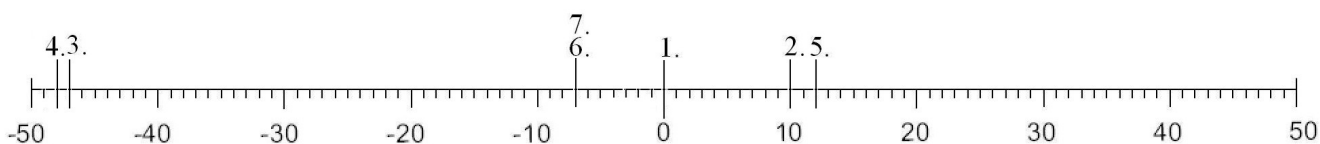
Na následujících osách jsou data z tabulky č. 14 znázorněna na osách. Číslo 1. - 7. odpovídají těmto svalům: 1. m. pectoralis major sin., 2. m. obliquus abdominis externus sin., 3. m. latissimus dorsi sin., 4. m. serratus anterior sin., 5. m. triceps brachii sin. caput longum, 6. m. infraspinatus sin., 7. m. rectus femoris dx.

Rychlost



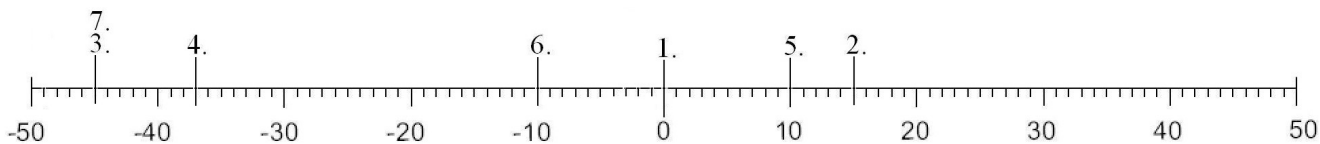
Obr. č. 15. graficky znázorněné pořadí aktivity svalů na rychlostním kajaku.

Sjezd



Obr. č. 16. graficky znázorněné pořadí aktivity svalů na sjezdovém kajaku.

Slalom



Obr. č. 17. graficky znázorněné pořadí aktivity svalů na slalomovém kajaku.

6. Diskuse

V této práci jsme prováděli přímý záběr vpřed na rychlostním, sjezdovém a slalomovém kajaku. K tomuto porovnání jsme použili povrchovou elektromyografii a synchronizovali tento EMG záznam s videozáznamem.

Při pohledu na obrázky číslo 15., 16. a 17. nalézáme jak podobnosti, tak odlišnosti mezi jednotlivými sledovanými pohyby.

Referenčním svalem byl stanoven m. pectoralis major, který je na nultém procentu, tím pádem se jeho nástup aktivity naprosto shoduje u všech pohybů. Všechny tři sledované pohyby zahajuje m. latissimus dorsi, jako hlavní záběrový sval (Bačáková, Dufková, Kračmar, 2008). Jen u sjezdového kajaku, je první m. serratus anterior, který m. latissimus dorsi předstihl o jedno procento, což je velmi zanedbatelný rozdíl při délce periody 1,64 sec.

Z hlediska délky periody, která je u slalomu 1,68 sec., u sjezdu 1,64 sec. a u rychlosti 1,96 sec., jsme dle De Lucky (1993), který udává hranici rozlišitelnosti ± 10 vzorků, což je pro slalom ± 3 %, pro sjezd ± 3 % a pro rychlost $\pm 2,5$ %, při vzorkování našeho přístroje 200 vzorků/sec. Na základě těchto údajů jsme stanovili hranici pro podobnost timingu aktivity svalů u jednotlivých pohybů na základě jeho procentuální vzdálenosti od referenčního svalu v maximálním rozmezí 8 %.

Z obrázků č. 15., 16. a 17. vyplývá, že u všech tří sledovaných pohybů jsme našli podobnost u svalu m. latissimus dorsi, který byl před referenčním svalem m. pectoralis major (z hlediska pohybového cyklu) o 45 % u slalomu, 47 % u sjezdu a 49 % u rychlosti, což je v celkovém rozmezí 4 %. Dalším svalem (u kterého lze ještě uvažovat o podobném timingu aktivity) je m. infraspinatus. Tento sval je aktivován v 7 % rozmezí a to u slalomu je 10 % před referenčním svalem m. pectoralis major, u sjezdu o 7 % a u rychlosti o 3 %. Též m. obliquus abdominis externus je u všech třech pohybů v rozmezí 7 % a to u slalomu je o 15 % za referenčním svalem m. pectoralis major, u sjezdu je za ním o 10 % a u rychlosti o 8 %.

Dále zde nalézáme podobnost (do rozmezí 8 %) pouze u dvou ze tří pohybů. U rychlosti a sjezdu je podobnost u svalu m. rectus femoris a to v rozmezí 4 %. Tento sval je u rychlosti 3 % před referenčním svalem a u sjezdu 7 %. U slalomu je sval m. rectus femoris až 45 % před referenčním svalem, což se od rychlosti a sjezdu liší příliš (nevejde se do naší tolerance 8 %). Tento rozdíl přikládáme hlavně rozdílnému posedu v lodích. U rychlostního kajaku sedí závodník s koleny u sebe a u slalomu, má kolena od sebe

nejdál. Je to též stanovené podle svrchního pohledu na jednotlivé lodě. Rychlostní kajak je nejužší a slalomový kajak nejširší, ve svých nejširších místech – okolo límce. Sjezdový kajak se nalézá někde uprostřed. Dle aktivace svalu m. rectus femoris je posed ve sjezdovém kajaku blíže rychlostnímu než slalomovému posedu. Toto tvrzení nám potvrdila i probandka na základě jejích subjektivních pocitů z jízdy na těchto třech lodích. U rychlostního a sjezdového kajaku ještě nacházíme souhlasnou kontrakci m. rectus femoris a m. infraspinatus.

Další podobnosti u dvou ze tří pohybů nacházíme mezi slalomovým a sjezdovým kajakem. U svalu m. serratus anterior, který je u slalomu 37 % před referenčním svalem, u sjezdu 48 % též před, ale už zde nemluvíme o podobnosti – nevejde se do stanovené hranice rozmezí 8 %, a u rychlostního kajaku až 9 % za referenčním svalem m. pectoralis major. U slalomu a sjezdu je zde podobnost u svalu m. triceps brachii a to v rozmezí 2 %. U slalomu je tento sval za referenčním svalem o 10 % a u sjezdu je za ním o 12 % a u rychlostního kajaku až 1 % před referenčním svalem. U sjezdu a slalomu lze ještě nalézt podobnost a to u svalů m. triceps brachii a m. obliquus abdominis externus. Kde u slalomu jsou ty to dva svaly v rozmezí 5 % a u sjezdu jsou v rozmezí 2 %.

Když se podíváme na grafy číslo 1., 2. a 3. a zaměříme se na sval m. infraspinatus, tak zde vidíme nárůst jeho aktivace. Tento jev přisuzujeme již zmíněnému odlišnému tvaru lodí na jednotlivé disciplíny. Jak bylo již řečeno dříve, z námi zvolených disciplín je nejužší lodí rychlostní kajak a nejširší slalomový kajak. Proto při správném technickém provedení záběru, do kterého se zapojují nejen horní končetiny, ale též trup (rotace trupu), je u slalomu potřeba větší vnější rotace horní končetiny, aby při fázi zasazení závodník nezavadil pádlem o loď.

Z výše uvedeného vidíme, že nacházíme podobnost u všech třech disciplín anebo u dvou a to u rychlostního a sjezdového kajaku a dále u sjezdového a slalomového kajaku. Ani v jednom případě se nám nepodařilo nalézt podobnost jen u rychlostního a slalomového kajaku.

7. Závěr

V této práci jsme porovnávali přímý záběr vpřed na rychlostním, sjezdovém a slalomovém kajaku, čímž jsme splnili cíl této práce.

Jednotlivé úkoly práce jsme též splnili.

Shromáždili jsme teoretické podklady pro rozbor techniky pádlování ve všech třech disciplínách – rychlost, sjezd a slalom.

Vybrali jsme vhodného probanda a zvolit patřičný terén pro uskutečnění měření.

Vybrali jsme svaly, které se na lokomoci podílejí nejvýrazněji a které jsou přístupné pro měření povrchovou elektromyografií.

Pomocí videoanalýzy a povrchové elektromyografie jsme sledovali aktivitu vybraných svalů při přímém záběru vpřed na jednotlivých kajacích.

Vyhodnotili jsme záznamy povrchové elektromyografie, vypočítali maximální kroskorelační matice a určili fázové posuny a sepsali diskusi.

Hypotéza H1 se nám potvrdila. Našli jsme více podobností v timingu u rychlostního a sjezdového kajaku než u rychlostního a slalomového kajaku.

Hypotéza H2 se nám potvrdila. Našli jsme více podobností v timingu u slalomového a sjezdového kajaku než u slalomového a rychlostního kajaku.

V našem významu rozumíme podobností timingu (mezi disciplínami) do rozmezí 8 % (včetně).

Všechny tyto disciplíny, i když jsou rozdílné, mají jedno společné, a to být v cíli v co nejkratším čase.

Výsledky této práce nám ukazují podobnosti i velké rozdíly přímým záběrem vpřed na rychlostním, sjezdovém a slalomovém kajaku. Nejvíce rozdílný záběr vpřed, podle timingu nástupů aktivace námi vybraných svalů, je mezi rychlostním a slalomovým kajakem. Sjezdový kajak se z hlediska timingu nástupů aktivace námi vybraných svalů pohybuje někde mezi rychlostním a slalomovým kajakem. Tento jev máme potvrzený i na základě subjektivních pocitů probadky, která tvrdí, že jízda na slalomovém a rychlostním kajaku je úplně něco jiného a jízda na sjezdovém kajaku je „něco mezi“.

Tato práce byla zpracována jako případová studie, proto nemůžeme výsledky zobecnit.

V budoucnu bychom rádi tento výzkum udělali na více probandech, abychom mohli výsledky zobecnit. Největší problém nalézáme v malém množství závodníků, kteří se věnují jak rychlostní kanoistice, tak slalomu a sjezdu.

8. Seznam literatury

- BAČÁKOVÁ, R., DUFKOVÁ, A., KRAČMAR, B. Aktivace musculus latissimus dorsi při práci horní končetiny. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2008, Vol. 15., No. 3, pp. 110-113.
- BARTON, G. *Systém tréninku Grega Bartona*. Praha: Olympia, 2002.
- BÍLÝ, M., KRAČMAR, B., NOVOTNÝ, P. *Kanoistika*. Praha: Karolinum, 2000.
- BÍLÝ, M., KRAČMAR, B., NOVOTNÝ, P. *Kanoistika*. Praha: Grada Publishing, s.r.o., 2001.
- BÍLÝ, M. *Komplexní analýza techniky pádlování a jízdy na divoké vodě*. Praha, 2002. 77 s. Rigorózní práce na FTVS UK.
- DE LUCA, CJ. The use of Surface Electromyography in Biomechanics. The international Society for Biomechanics [on-line]. 1993 [cit. 1. února 2008, 15:30 SEC] Dostupné na internetu: <http://www.delsys.com/>.
- GAGIN, J. A., *Osnovy techniky grebli. Grebnoj sport*. Moskva : 1976, s. 30- 37.
- HAVLÍK, J. Elektromyografie [on-line]. [cit. 1. února 2008, 15:58 SEC] Dostupné na World Wide Web:
http://noel.feld.cvut.cz/vyu/311t1/Lectures/08_Elektromyografie.pdf.
- HOJKA, V., VYSTRČILOVÁ, M., KRAČMAR, B. Metodika zpracování a vyhodnocení EMG. *Česká kinantropologie*. 2010, Vol. 14, No. 1, pp. 19-28.
- KADAŇKA, Z., BEDNAŘÍK, J., VOHÁŇKA, S. *Praktická elektromyografie*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 1994.
- KASPEROVÁ, M. Elektromyografie neboli EMG [online]. 4. červen 2004 [cit. 1. února 2008]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.ordinace.cz/clanek/elektromyografie-neboli-emg/>.
- KNEBEL, R. *Problematika jízdy na sjezdovém kajaku*. Olomouc: ČSK, 2000. 32 s. Metodická příručka.
- KRAČMAR, B. *Kineziologická analýza sportovního pohybu*. Praha. Triton 2002.
- KRAČMAR, B., VYSTRČILOVÁ, M., PSOTOVÁ, D. Sledování aktivity vybraných svalů u nordic walking a chůze pomocí povrchové EMG. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2007, Vol. 14, No. 3., pp. 101-106.
- MAREŠ, J. *Školení trenérů III. třídy rychlostní kanoistika*. Praha: Olympia, 2003. 109 s.
- MEHTA, R., CANNELLA, M., EBAUGH, D., SILFIES, S. *Validity of Surface Electrode Placement for Trunk Musculature*. ASB Conference [online]. 26. srpna 2009

[cit. 1. února 2010, 15:40 SEC] Dostupné na World Wide Web:

www.asbweb.org/conferences/2009/1207.pdf

MERLETTI, R., PARKER, A. P. (2004) *Electromyography. Physiology, Engineering and noninvasive Application*. USA : IEEE Press. ISBN 0-471-67580-6.

PIŠVEJC, I. *Princip kvadrupedální lokomoce při jízdě na kajaku*. Praha, 2006.

Diplomová práce na FTVS UK.

PLAGENHOEF, S., Biomechanical analysis of olympic flatwater kayaking and canoeing, *Res. Quart.* 50, 1979, s.443- 459.

PRSKAVEC, J. Diplomová práce. *Vodní slalom. Technika jízdy na kajaku*. Praha: UK FTVS, 2001. 25 s.

STECENKO, J., N. a kol. Obecná charakteristika záběrového cyklu. In: *Kanoistika. Sborník specializovaných překladů*. Praha: Olympia, 1982. s. 21 – 39.

STRNADOVÁ, M. *Analýza zapojování svalových řetězců při záběru vpřed na kajaku ve sjezdu na divoké vodě*. Praha, 2004. Diplomová práce na FTVS UK.

SZANTO, C, *Racing canoeing*. ICF : 1985.

TODD, K. M., WYNN, C. S. *Mathematical Methods and Algorithms for Signal Processing*. USA, New Jersey : Prentice Hall, 2000. ISBN 0-201-36186-8.

TRAVELL, J. G., SIMONS, D. G. *Myofascial Pain and Dysfunction: the triggerpoint manual*. Vol. 2. Baltimore : Williams & Wilkins, 1999.

VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha : Triton, 2006.

9. Přílohy

Příloha 1 – žádost etické komise



UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veveřslavín
tel. (02) 2017 1111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné doktorské práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Komparativní analýza záběru vpřed na slalomovém, sjezdovém a rychlostním kajaku

Forma projektu: diplomová práce

Autor (hlavní řešitel): Tomáš Máder

Školitel (v případě studentské práce): Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

Popis projektu (max. 10 řádek)

Projekt se zabývá kineziologickým rozbohem fázické hybnosti vybraných svalů při sportovní lokomoci – přímému záběru vpřed na rychlostním, sjezdovém a slalomovém kajaku. Získané výstupy mohou být přínosné pro přiblížení problematiky tréninku techniky v jednotlivých disciplínách. Měření se uskuteční v terénu pomocí přenosného přístroje pro snímání povrchového EMG KaZe05. Použité měřicí zařízení je napájeno vlastními zdroji o napětí do 9V bez výkonných kondenzátorů. Nehrozí zde žádné nebezpečí úrazu elektrickým proudem.
Informovaný souhlas (přiložen)

V Praze dne

Podpis autora.....

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: doc.MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Prof.Ing. Václav Bunc, CSc.
Prof.PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
Doc.MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 0190/2011

dne: 15. 12. 2011

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

.....
podpis předsedy EK

razítko školy

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

Příloha 2 – informovaný souhlas etické komise

INFORMOVANÝ SOUHLAS PROBANDA

Já, níže podepsaný(-ná):

.....

Souhlasím, že jsem byl (-la) v rozhovoru s terapeutkou dostatečně a srozumitelně seznámen (-na) s účelem a cílem výzkumu.

Výzkum bude prováděn za účelem výzkumné práce v rámci postgraduálního studia, studentkami doktorandského studia oboru kinantropologie, FTVS, UK v Praze.

Byl (-la) jsem informován (-na) o tom, jakou formou bude výzkum probíhat. Byl (-la) jsem informován (-na) o způsobu dokumentace a prezentace výsledků této studie. Byl (-la) jsem informován (-na) o tom, že veškeré mnou poskytnuté osobní údaje budou dokumentovány, bez uvedení mého jména a příjmení.

Bylo mi umožněno vše si rozvážit a zeptat se na vše, co považuji za podstatné.

S postupem a výzkumnými metodami souhlasím.

V

Terapeut:.....

Proband:.....

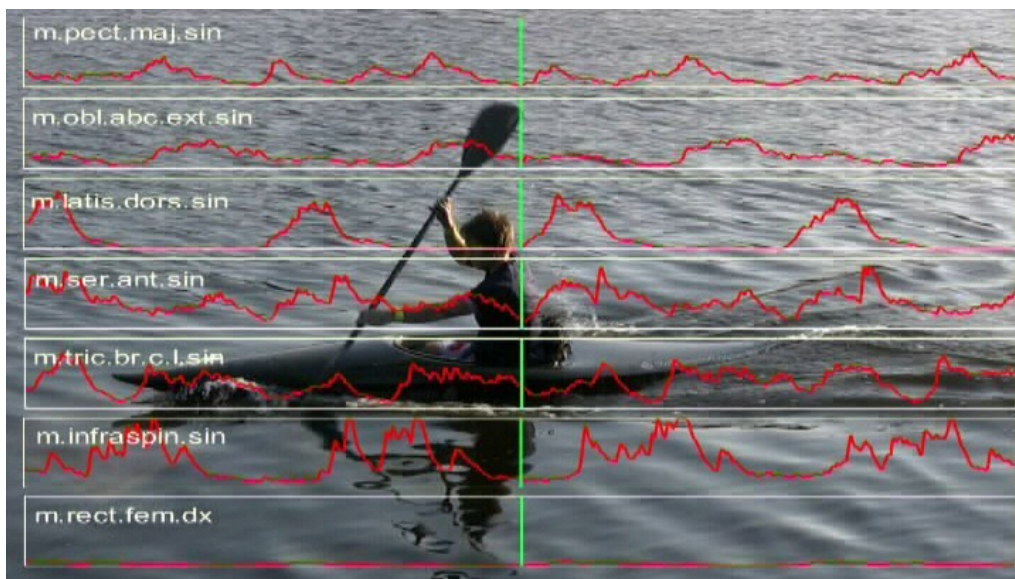
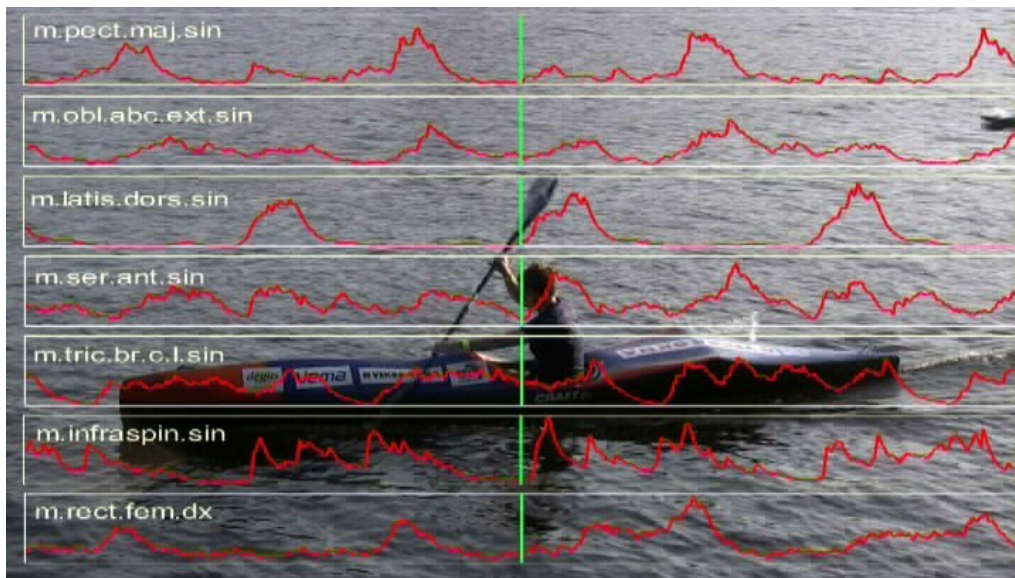
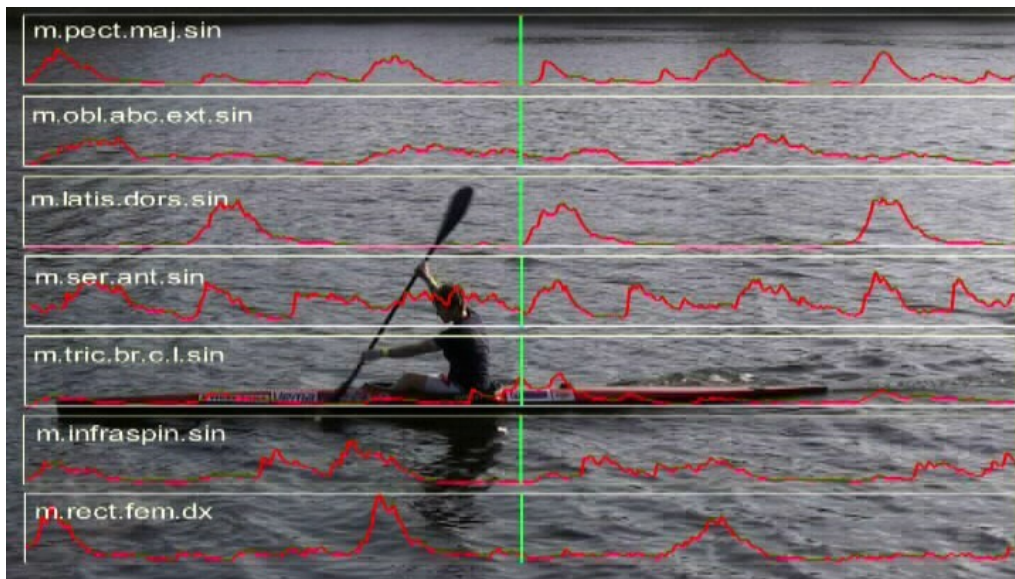
Datum:.....

Podpis:.....

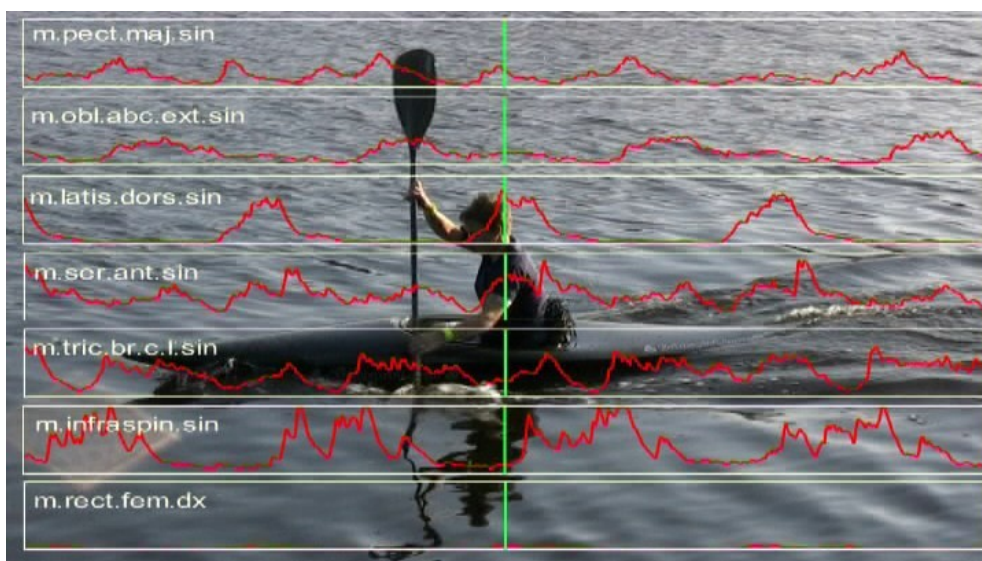
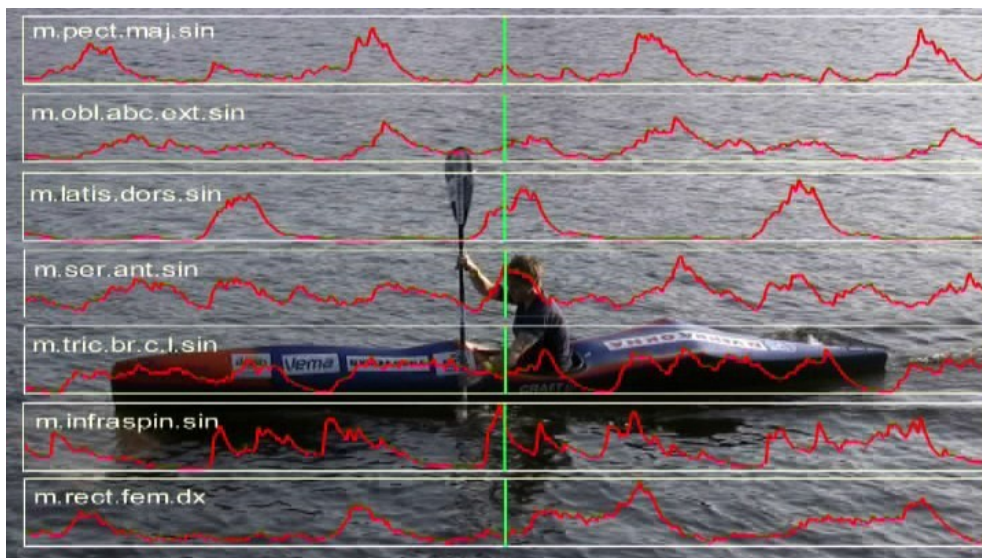
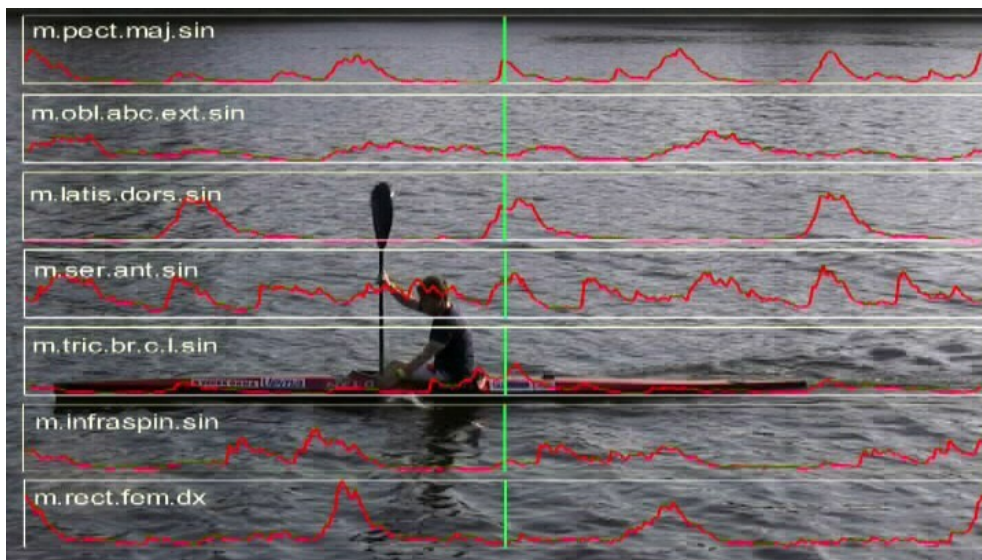
Podpis:.....

Informace sdělené probandovi: V rámci projektu budou snímány elektrické potenciály z vybraných svalů v oblasti pletence ramenního měřicí metodou povrchové elektromyografie. Měření bude probíhat tak, že se nejprve stanoví nejvhodnější umístění povrchové elektrody pomocí fyzioterapeutických vyšetřovacích postupů (svalový test dle Jandy, simulace požadovaného pohybu a současná palpce svalů). Následně bude povrch kůže očištěn lékařským líhem. Na místa styku elektrody s kůží bude aplikován gel Ten20 CONDUCTIVE speciálně vyvinutý pro snímání povrchového EMG. Elektrody budou zafixovány na pokožce lékařskou náplastí. Přístroj EMG KaZe05 bude mít proband umístěn v příručním zavazadle pásem kolem pasu. Výsledky budou zpracovány a vyhodnoceny anonymně. V prezentaci výsledků a jejich dokumentaci nebudou uveřejněny osobní informace (jméno, pohlaví, rok narození). O tomto procesu měření a způsobu prezentace výsledků bude každý proband informován před započítím výzkumu.

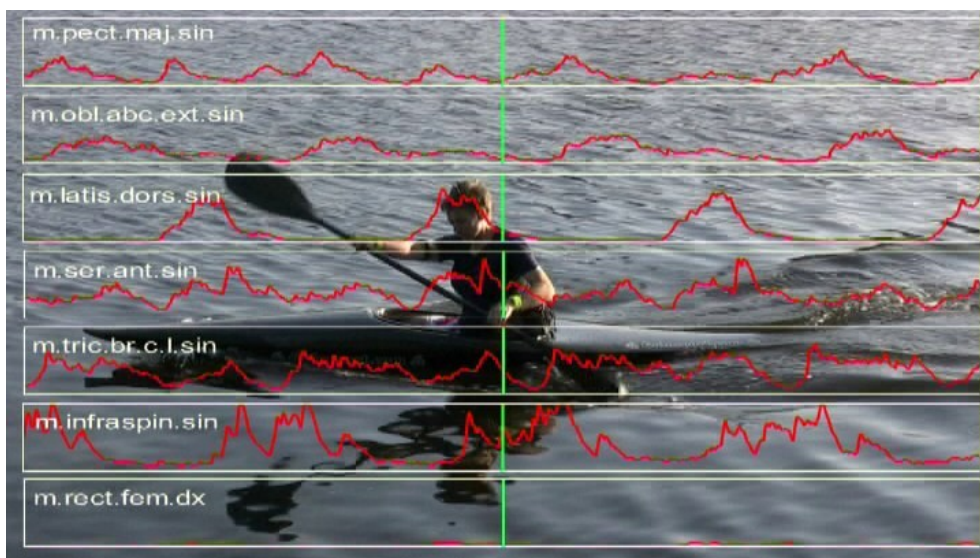
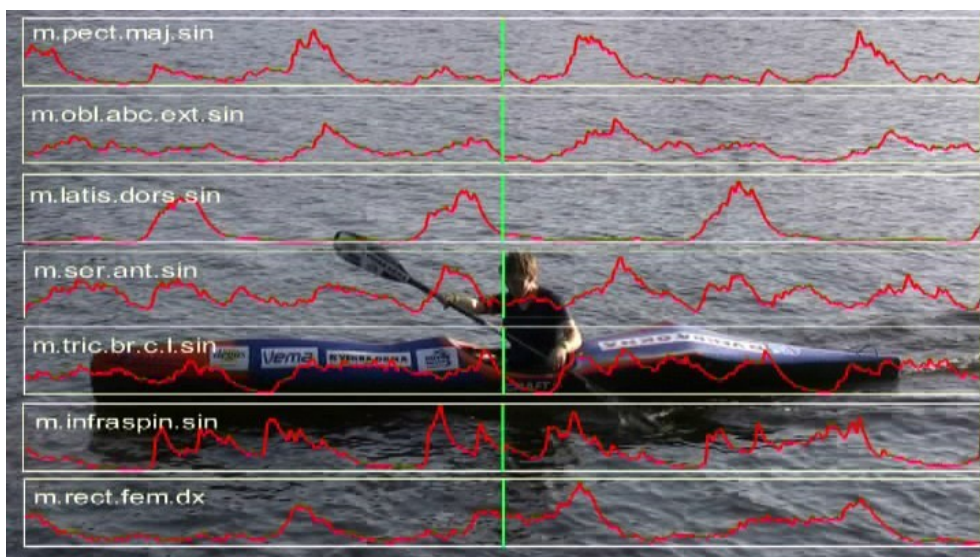
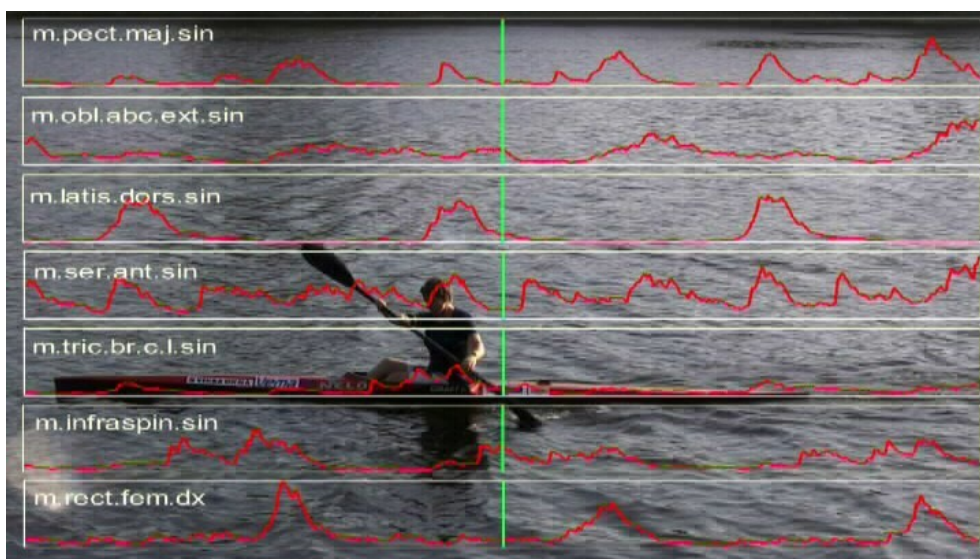
Příloha 3 – fáze přímého záběru – zasazení (rychlostní, sjezdový, slalomový kajak)



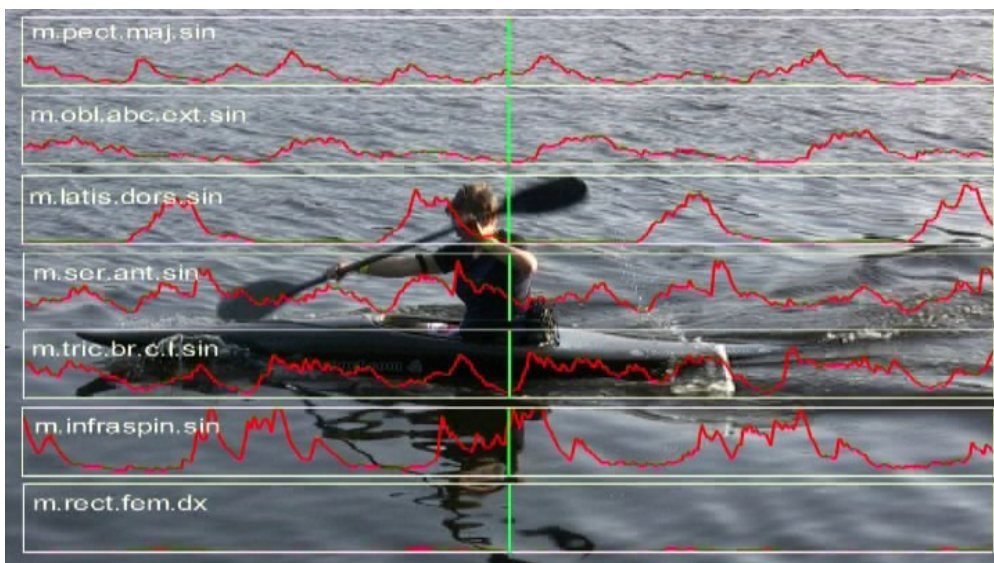
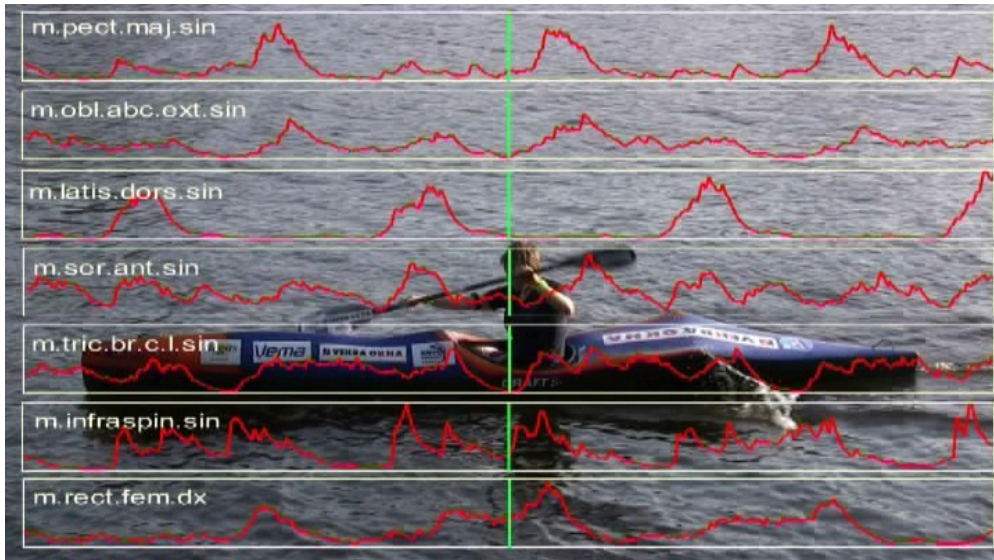
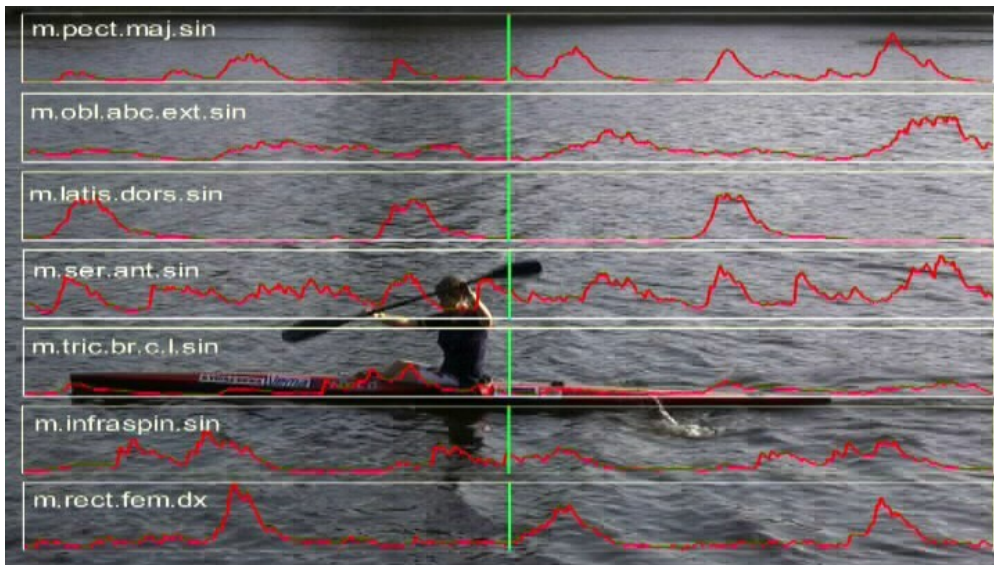
Příloha 4 – fáze přímého záběru – tažení (rychlostní, sjezdový, slalomový kajak)



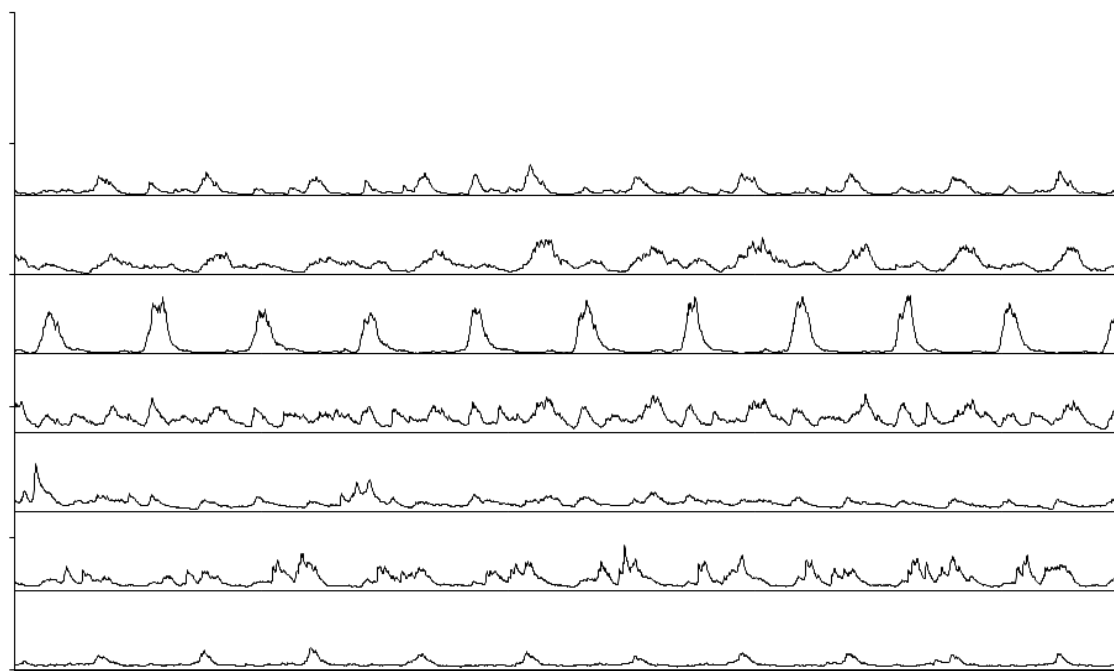
Příloha 5 – fáze přímého záběru – ukončení (rychlostní, sjezdový, slalomový kajak)



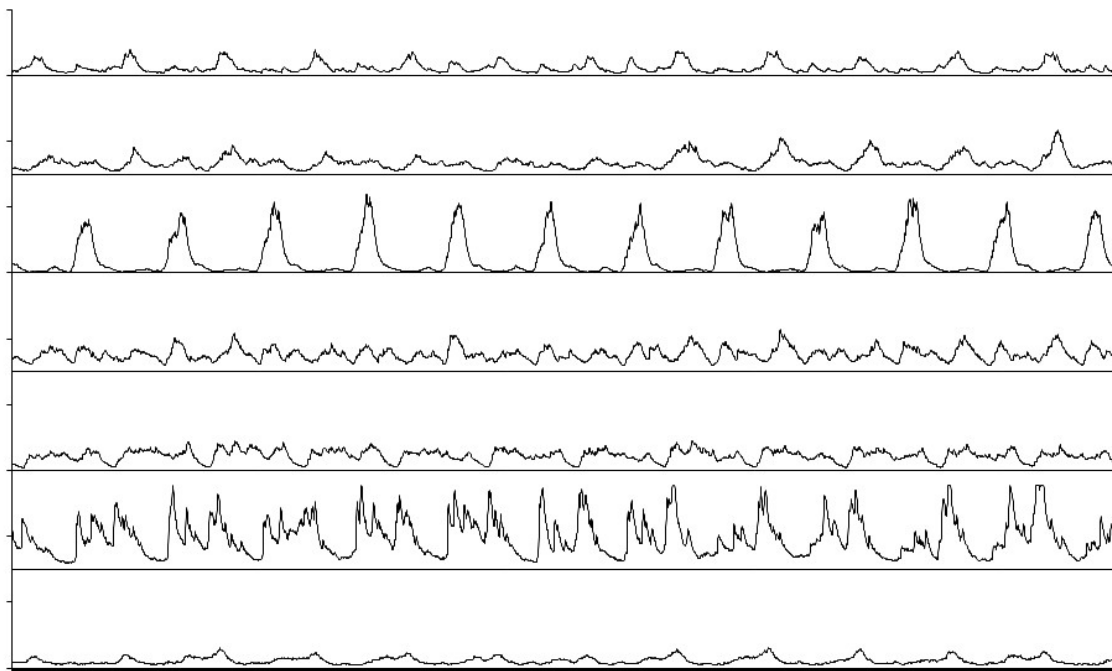
Příloha 6 – fáze přímého záběru – přenos (rychlostní, sjezdový, slalomový kajak)



Příloha 7 – vstupní data – rychlostní kajak



Příloha 8 – vstupní data – sjezdový kajak



Příloha 9 – vstupní data – slalomový kajak

