

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

Komparativní analýza vybraných fotbalových kopů

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, Csc.

Vypracoval:

Bc. Pavel Řebíček

Praha, prosinec 2012

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Vlastnoruční podpis

.....

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. PaedDr. Bronislavu Kračmarovi Csc. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval Mgr. Radce Bačákové za poskytnutí mnoha cenných informací. A v neposlední řadě děkuji rodičům, bratřovi a kamarádům za podporu během studia.

Abstrakt

Název: Komparativní analýza vybraných typů fotbalových kopů

Cíle: Hlavním cílem práce je časově a prostorově charakterizovat zapojování vybraných svalů při fotbalových kopech a následné porovnání se specifickými cvičeními s expandérem pomocí EMG měření.

Metody: Jedná se o případovou studii, komparativní analýzu relativního načasování pohybu a činnosti vybraných svalů při fotbalových kopech pomocí povrchové polyelektromyografické analýzy a analýzy kinematické.

Výsledky: Timing zapojení svalů u fotbalových kopů je odlišný od timingu zapojení svalů s cvičením s expandérem.

Klíčová slova: EMG, fotbal, kop, svaly, aktivace

Abstract

Title: Comparative analysis of selected soccer kicks

Objectives: The main objective of the study is to characterize the involvement of selected muscles during soccer kicks by time and space and subsequent comparison with specific exercises with expander by EMG measurement.

Methods: The study has a character of a case study, comparative analysis of relative timing of movement and activity of selected muscles during soccer kicks by surface poly-electro-myographical analysis and kinematic analysis.

Results: Timing of muscles involvement during soccer kicks is different than timing of muscles involvement during exercise with expander.

Keywords: EMG, soccer, kick, muscles, activation

OBSAH

ÚVOD	9
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	10
1.1 SPORTOVNÍ VÝKON	10
1.1.1 Herní výkon jednotlivce	10
1.1.2 Herní výkon družstva	11
1.2 KOP.....	11
1.2.1 Charakteristika kopu	12
1.2.2 Fáze kopu	14
1.2.3 Kineziologická analýza kopu	14
1.2.4 Kop – přihrávka či střela	15
1.2.4.1 Přihrávka.....	15
1.2.4.2 Střela	16
1.2.5 Rozdělení kopů.....	16
1.2.5.1 Podle způsobu provedení	16
1.2.5.2 Podle vzdálenosti letu míče	16
1.2.5.3 Podle výšky letu míče	16
1.2.5.4 Podle směru míče.....	17
1.2.5.5 Podle rychlosti letu míče.....	17
1.2.5.6 Podle rotace míče.....	17
1.2.5.7 Podle předcházející činnosti	17
1.2.6 Charakteristika kopů podle způsobu provedení	17
1.2.6.1 Kop vnitřní stranou nohy	19
1.2.6.2 Kop přímým nártem.....	19
1.2.6.3 Kop vnějším nártem nohy.....	20
1.3 SVALOVÉ TKÁŇE	21
2 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE	24
2.1 CÍLE PRÁCE	24
2.2 ÚKOLY PRÁCE	24
2.3 HYPOTÉZY.....	25
3 METODIKA PRÁCE	26
3.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMU.....	26
3.2 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH METOD A PŘÍSTROJŮ	26
3.2.1 Charakteristika elektromyografie	26
3.2.2 Charakteristika EMG přístroje	27
3.2.3 Charakteristika videokamery	28
3.3 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU	29
3.4 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH SVALŮ.....	29
3.5 VÝBĚR PROVEDENÝCH CVIČENÍ.....	38
3.6 VÝBĚR VYUŽITÍ NÁČINÍ	38
3.7 SBĚR DAT	39
3.8 ANALÝZA DAT POVRCHOVÉ EMG.....	39
4 VÝSLEDKOVÁ ČÁST	43

4.1	URČENÍ KLÍČOVÝCH POZIC PŘI ANALÝZE.....	43
4.2	VÝSLEDKY MĚŘENÍ KOPŮ S EXPANDÉREM.....	44
4.3	POROVNÁNÍ SVALŮ U KOPŮ S MÍČEM.....	44
5	DISKUZE.....	52
6	ZÁVĚR.....	54
	SEZNAM LITERATURY.....	55
	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	58
	SEZNAM TABULEK.....	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	60

ÚVOD

Fotbal, jinak také kopaná je jedna z mnoha týmových, brankových her. Ve světě tato hra patří k nejoblíbenějším, a nejinak tomu je i v České republice, kde je registrováno 3956 klubů a více než 618 000 hráčů. V profesionální úrovni je o fotbal zájem i po stránce ekonomické a politické. Může však také sloužit jako forma aktivního odpočinku jak v rekreačních aktivitách, tak i v jiných sportech. Tato hra je také fenomén, co se týče diváků a nadšenců po celém světě.

Námětem pro napsání naší diplomové práce se stala možnost analýzy vybraných fotbalových kopů pomocí elektromyografického měření aktivity rozhodujících zapojených svalů s následným porovnáním se specifickým cvičením s expandérem. Kop ve fotbale patří k nejdůležitější součásti hry, a tudíž již od raného dětství je kladen důraz na to, aby se děti naučily, co nejlépe fotbalové dovednosti. Analýza koordinace zapojených svalů by měla napomoci obohatit didaktické vědomosti o tréninkovém procesu mládeže.

V této práci budou zpracovány fotbalové kopy, jak už po teoretické stránce, tak i po stránce praktické s využitím EMG. Dále se také budeme zabývat aktivitou hybného aparátu, čímž je myšleno, které svaly a jakou měrou se zapojují ve vybraných fotbalových kopech. Takto naměřené kopy budeme srovnávat se specifickým cvičením simulace kopů s odporem expandéru bez využití fotbalového míče. Poté také analyzujeme kopy s míčem z hlediska timingu aktivace zapojených svalů.

Metody, jenž budeme používat se zabývají průběhem fotbalových kopů, které zaznamenáme pomocí EMG analýzy. Tato analýza zaznamenává akční potenciál jednotlivých svalů. Dále použijeme záznam videokamery, který nám pomůže odhalit jednotlivé fáze kopů v časových úsecích.

Téma je pro autora diplomového projektu, a to nejen díky moderním diagnostickým metodám, ale především pro obsahovou stránku zkoumaného úkolu velice atraktivním. Sám aktivně hraji fotbal od svých šesti let a v budoucích letech bych se rád věnoval trenérské činnosti.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Sportovní výkon

Sportovní výkon je charakterizován podle Choutky a Dovalila (1991) jako aktuální projev specializovaných schopností sportovce (výsledek adaptace), které jsou v uvědomělé činnosti zaměřené na řešení pohybového úkolu, jenž je vymezený pravidly v daném sportovním odvětví.

Podle Táborského (2000) je herní výkon v kolektivních, sportovních hrách realizovaná individuální a skupinová činnost hráčů v průběhu zápasu, definovaná mírou plnění herních úkolů.

Votík (2001) uvádí, že výkon hráče i týmu je dán určitým souborem faktorů, které jej podmiňují. Rozděluje tyto faktory do dvou skupin, a to na dispoziční a situační.

Dispoziční faktory jsou podmíněny předpoklady každého hráče k hernímu výkonu, kterými rozumíme úroveň jeho pohybových schopností a herních dovedností, kvalitu řídicí činnosti CNS, psychických procesů a osobnostní i somatické charakteristiky.

Situační faktory jsou dány vnějšími podmínkami, ve kterých probíhá herní výkon, jejich složitostí a proměnlivostí.

Tyto dvě skupiny představují velké množství různých faktorů, které se mohou navzájem ovlivňovat, doplňovat i do určité míry zastupovat a tak se různou měrou podílet na konečném herním výkonu.

Ve fotbale rozlišujeme dva základní druhy herního výkonu (Votík, 2003):

- *Individuální herní výkon*, tedy herní výkon jednotlivce.
- *Týmový herní výkon*, tedy herní výkon družstva.

1.1.1 Herní výkon jednotlivce

Dobry (1988) ve své publikaci uvádí individuální herní výkon jako sumu herních dovedností, které jsou realizované hráčem v utkání. Herní výkon jednotlivce vyjadřuje vývojový stupeň způsobilosti hráče podílet se na týmovém herním výkonu.

Podle Votíka (2001) má individuální herní výkon vždy formu herních činností jednotlivce, projevujících se víceméně souvislým řetězcem herních činností v utkání, které jsou projevem herních dovedností. Jako individuální složky herního výkonu se dají označit herní dovednosti, pohybové schopnosti, somatické a psychické charakteristiky.

1.1.2 Herní výkon družstva

Herní výkon družstva charakterizuje Dobrý (1988) jako výkon sociální skupiny zvláštního druhu, založený na výkonech jednotlivců, které podléhají vzájemnému regulačnímu působení, jež se projeví tím, že hráči ovlivňují své jednání i chování jako celek. Podle Votíka (2001) má týmový herní výkon sociálně-psychologický rozměr, kdy je výsledný výkon závislý na úrovni komunikace, dynamice vztahů, sociální soudržnosti a motivaci hráčů. Faktorem, který taktéž závisí na týmovém herním výkonu jsou míra spolupráce a soudržnost hráčů při provádění herních činností.

1.2 Kop

Fotbal je jeden z nejpopulárnějších týmových sportů na celém světě. Fotbalový kop je hlavní útočnou akcí během hry a tým s více kopy na cíl má větší šanci skórovat a vyhrát zápas. Tím pádem je zdokonalení techniky kopu jeden z nejdůležitějších cílů v tréninku mladých hráčů (Weineck, 1997).

Kollath (2006) ve své publikaci říká, že kop patří mezi činnosti, které se praxí stále více automatizují. Intenzivním tréninkem lze zvýšit jak tvrdost kopu, tak i jeho přesnost. I když nácvik kopů probíhá u všech hráčů stejnou intenzitou, nacházíme v každém družstvu jen několik „specialistů“ s tvrdou střelou.

Kop je bezesporu nejvíce diskutovanou dovedností ve fotbale. Je mnoho variant rozboru této dovednosti, jako je směr kopu, rychlost a vzdálenost míče, stojící míč či míč v pohybu apod.

Kop z hlediska balistického pohybu znamená rychlý pohyb s jednorázovou aplikací síly. Současně je třeba počítat i se silou pro stabilizaci těla a s reaktivní silou v místě opory. Při velmi krátké aplikaci značné síly na objekt proti značnému odporu jako setrvačné hmoty vzniká ráz. Pohyb, který vytvoří ráz, není již synchronní jako předchozí

typ pohybu, ale sekvenční, kde po sobě následují fáze přípravná a výkonová. Kopnutí vzniká udělením kinetické energie předmětu nohou. Tento pohyb patří rovněž mezi typicky sekvenční pohyby. Nosná končetina se krátce stabilizuje, pánev je fixována nad stehnem a rotována ke straně opěrné nohy. Druhá končetina (švihová) je za trupem v abdukci a hyperextenzi v kyčli (přípravná fáze). Švihová končetina se začíná flektovat intenzivně v kyčli s následující extenzí v koleně (výkonová fáze). Tento pohyb vyžaduje rovněž součinnost CNS umožňující kopnutím dodat míči vhodný směr a rychlost, aby zasáhl zamýšlený cíl (Véle, 2006).

1.2.1 Charakteristika kopu

Kop můžeme charakterizovat jako dopad stojné nohy těsně vedle a mírně za stojícím míčem. Noha, která provádí kop, směřuje nejprve směrem vzad a je pokrčena v koleni. Pohyb vpřed je zahájen rotací kolem boků stojné nohy a dostává stehno kopající nohy vpřed. Noha je stále pokrčena v koleni. Od této polohy stehno zpomaluje, dokud noha nedosáhne kontaktu s míčem. Během zpomalování je bérce od kolena výrazně propínán do téměř maximální polohy. Noha dále pokračuje i po kontaktu s míčem a začíná se úplně propínat až do dokončení pohybu. Chodidlo během dokončení pohybu mnohdy dosahuje úrovně boků. Definice kopu, jako základní dovednosti, rozdělujeme dle Leese and Nolana (1998) do čtyř fází (Obrázek 1). První fáze je odtahování během zášvihu. Druhá fáze je rotace stehna a bérce při pohybu vpřed, kdy nastává výsledná rotace kyčle a flexe ve stehně. Třetí fáze je, když stehno zpomaluje a koresponduje se zrychlením bérce až do kontaktu s míčem. Čtvrtá fáze je dokončení pohybu.

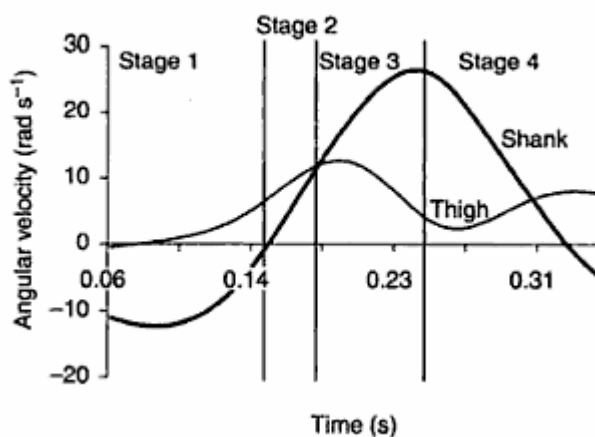


Obrázek 1: Fáze pohybu (Lees and Nolan, 1998)

Dvě střední fáze jsou nejdůležitějším bodem v kopu pro výkon. Vztah mezi stehnem a bérce může být viděn na obrázku 2, který poukazuje na úhlovou rychlost během pohybu. Na druhé fázi můžeme vidět, že jak stehno, tak bérce rostou v úhlové rychlosti. Síla pro tento pohyb vychází ze síly svalů kolem kyčle a stehna. Ve třetí fázi těsně před samotným dotykem nohy s míčem roste úhlová rychlost bérce a ve stejném čase se snižuje úhlová rychlost stehna. Vysoká úhlová rychlost bérce má za následek vysokou rychlost chodidla a to je důležitou součástí kvalitního provedení kopu do míče. Ukazuje to, že základ síly pro rychlý kop je tvořen již v počátcích pohybu. Kolem 50% úhlové rychlosti bérce je tvořeno během druhé fáze a zbylých 50% je tvořeno během třetí fáze. Energie stehna je tvořena v první a druhé fázi (Lees and Nolan, 1998).

Očekávaný je vztah mezi silou svalstva a provedením kopu, a to tak, že svaly jsou přímo odpovědné za vzrůstající rychlost nohy. Vzájemné vztahy byly popsány v několika studiích, jako například Cabri (1988), který našel, že existuje velká souvislost u funkce svalů mezi flexory kolena a silou extensorů měřených na isokinetickém dynamometru v závislosti na vzdálenosti kopu.

Další studie popisují vzájemný vztah mezi silou svalů a kvalitou kopu, i přesto jsou zde další faktory, které ovlivňují úspěšnost kopu. Tyto faktory mohou být považovány jako vztah mezi nohou a rychlostí míče před a po kontaktu s míčem (Lees and Nolan, 1998).



Obrázek 2: Úhlová rychlost stehna a bérce

- Shank – bérce
- Thigh – Stehno
- Angular velocity – úhlová rychlost
- Time – čas
- Stage 1-4 – fáze 1-4

(Lees and Nolan, 1998)

1.2.2 Fáze kopu

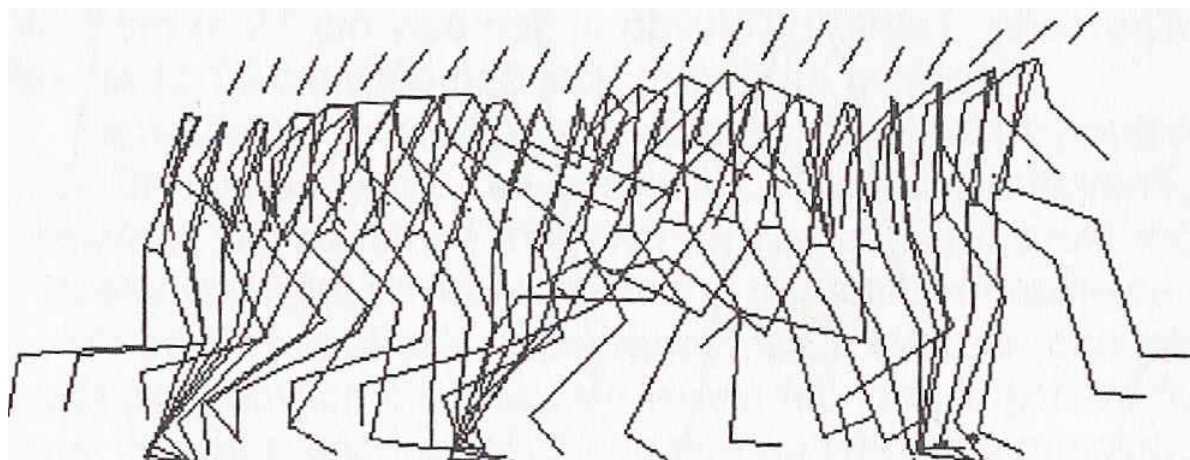
Zahálka v Buzkovi a kol. (2007) uvádí, že efektivní provedení této činnosti je podmíněno svalovou dispozicí pro vyvinutí maximální acyklické rychlosti švihu dolní končetiny a svalovou dispozicí sloužící k účelnému zpevnění nártu při vlastním kontaktu s míčem. Celý pohybový cyklus dělí také na několik fází (Obrázek 3):

Rozběh: fotbalista získává potřebnou kinetickou energii.

Formování polohy těla: trup se otáčí v protipohybu dolních končetin, dochází k rotačnímu pohybu přes páteř, který je charakteristický pro všechny izolované švihové pohyby končetin.

Formování kopající dolní končetiny: provádí maximální nápřah a v době oporové fáze druhé končetiny je zahájena fáze švihu, která je zakončena kontaktem nohy s míčem.

Kontakt s míčem: jediný okamžik, kdy noha uděluje míči energii, je v okamžiku kontaktu s míčem. Po vystřelení noha dokončuje pohyb vlivem setrvačných sil.



Obrázek 3: Kinogram kopu přímým nártem (Zahálka in Buzek a kol., 2007)

1.2.3 Kineziologická analýza kopu

Balatka (2002) ve své publikaci uvádí, že hlavní kineziologické metody jsou fotografická analýza, elektromyografie a měření s použitím pohyblivé desky.

Dle Dylevského (2009) můžeme kineziologii definovat jako vědu o pohybu a jeho řízení.

Většinu fotbalových herní dovedností zajišťují svaly dolních končetin, které se kontrahují při běžích, skocích, kopech a zpracování míče.

Dle autorů Barnaciková, Kapounková a Novotný (2010) z hlediska kineziologické analýzy kopu se v přípravné fázi na kopající dolní končetině kontrahují extenzory kyčelního a kolenního kloubu (m. extensor gluteus maximus, m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus). V druhé fázi – samotný kop, dochází k explozivní flexi kyčelního kloubu (m. iliopsoas, m. rectus femoris) a extenzi kolenního kloubu (m. quadriceps femoris). Zároveň se kontrahuje břišní svalstvo (m. rectus abdominis, m. obliquus externus abdominis, m. oblique internus abdominis). Na stojné dolní končetině se aktivují m. gluteus maximus, hamstringy, m. quadriceps femoris a m. triceps surae, které zajišťují stabilitu fotbalisty při kopu.

1.2.4 Kop – přihrávka či střela

Cílem kopu je usměrnění míče nohou buďto na branku (střela) nebo spoluhráči tak, aby jej mohl co nejlépe zpracovat (přihrávka). Správné nakopnutí míče je základem přihrávky i střely, které se od sebe liší hlavně účelem, ne až tak technikou provedení (Harvey, 2000).

1.2.4.1 Přihrávka

Přesto, že přihrávání vyplývá z koordinace hráče přihrávajícího a hráče, kterému je míč směřován, je patrné, že za úspěšnou přihrávku zodpovídá především hráč přihrávající, který musí rozhodovat o časové vhodnosti přihrávky i způsobu provedení z hlediska dané herní situace. Přihrávání je základem spolupráce dvou a více hráčů. Umění přihrávat vyplývá v podstatě ze dvou částí, ze zpracování přihranného míče a z promyšleného kopu. Rozhodující aspekty, které ovlivňují použití určitého druhu přihrávky, jsou základní útočné systémy, herní situace, které jsou převážně určovány postavením a činností spoluhráče, kterému je přihráváno, dále činností soupeřových hráčů i spoluhráčů (Lančí, Ondřej, Vašák 1986).

1.2.4.2 Střela

Střela je vrcholem útočné činnosti hráče. Většinou bývá prováděna nohou, ačkoliv stejně jako přihrávka může být uskutečněna i jinou částí těla, kromě rukou. Cílem střely je překonání brankaře a vstřelení branky. Jestli je střela úspěšná záleží na spoustě faktorů, vyplývajících ze střelecké dovednosti hráče a z podmínek, které určují konkrétní herní situaci (Harvey, 2000). Nejrychlejší střela historie byla naměřena v anglické lize, a to 183 km/h .

1.2.5 Rozdělení kopů

Jak uvádí Votík (2001) můžeme rozdělit fotbalové kopy následovně.

1.2.5.1 Podle způsobu provedení

- vnitřní stranou nohy tzv. "placírkou",
- vnitřním nártem,
- přímým nártem,
- vnějším nártem tzv. "šajtlí",
- patou,
- špičkou tzv. "bodlem",
- vnější stranou nohy.

1.2.5.2 Podle vzdálenosti letu míče

- krátkou vzdálenost (cca do 10 m),
- střední vzdálenost (cca 10-30 m),
- dlouhou vzdálenost (cca nad 30 m).

1.2.5.3 Podle výšky letu míče

- po zemi,
- polovysoké (cca do výše postavy hráče),
- vysoké (cca vyšší než hráč).

1.2.5.4 Podle směru míče

- kolmé vpřed,
- šikmé vzad,
- do strany,
- vzad.

1.2.5.5 Podle rychlosti letu míče

- pomalé,
- střední,
- rychlé.

1.2.5.6 Podle rotace míče

- bez rotace (přímé),
- s rotací.

1.2.5.7 Podle předcházející činnosti

- z místa (nehybný míč),
- po zpracování míče,
- po vedení míče,
- po obejití soupeře,
- prvním dotykem - po zemi,
- ze vzduchu, tzv. "volej",
- těsně po odrazu míče tzv. "halfvolej".

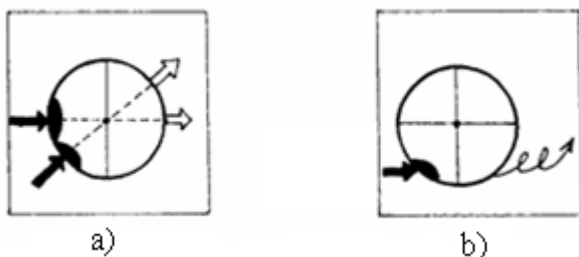
1.2.6 Charakteristika kopů podle způsobu provedení

V naší práci se zabýváme analýzou třech druhů kopů, které jsou ve fotbale nejvíce rozšířené, a to sice kop vnitřní stranou nohy, kop přímým nártem nohy a kop vnějším nártem nohy.

Klíčové kroky způsobu provedení:

- *rozběh* ve směru zamýšleného kopu,
- *došlap* pokrčené stojné nohy asi na šířku stopy vedle míče,
- *nápřah* kopající nohy a na něj navazující,
- *švih* vychází z kyčle. Během švihu se kopající noha vytáčí špičkou ven, v okamžiku,
- *úderu* (kopu) do míče je chodidlo rovnoběžně se zemí pět až deset centimetrů nad ní a vytočeno kolmo na směr kopu. Kopající noha je přitom v koleně pokrčena a zpevněna.

Míč zasáhne trojúhelníkovou plochou vnitřní strany nohy. Úder do míče přechází plynule v doprovodný pohyb, při němž je chodidlo stále ještě zpevněno a vytočeno špičkou ven. Po skončení doprovodného pohybu přeneseme váhu těla na kopající nohu. Paže ve všech fázích kopu vyrovnávajícími pohyby udržují rovnovážné postavení. Dráhu letu míče ovlivňuje postavení opěrné nohy, sklon trupu, ale hlavně místo, ve kterém hráč míč zasahuje. Pokud zasáhne hráč nehybně ležící míč, anebo míč pohybující se po zemi v úrovni těžiště, bude se míč pohybovat přímočaře (obr. 4 a). Pokud chce hráč, aby se míč pohyboval po křivce, udeří míč pod úrovní těžiště, případně vedle těžiště. Míč dostává rotaci, udeří-li do něj hráč v jiném směru než je směr těžiště a dráha letu pak není přímočará. (obr. 4 b). Tento princip úderu do míče platí pro všechny způsoby *přihrávání a střelby* (Votík, 2001).

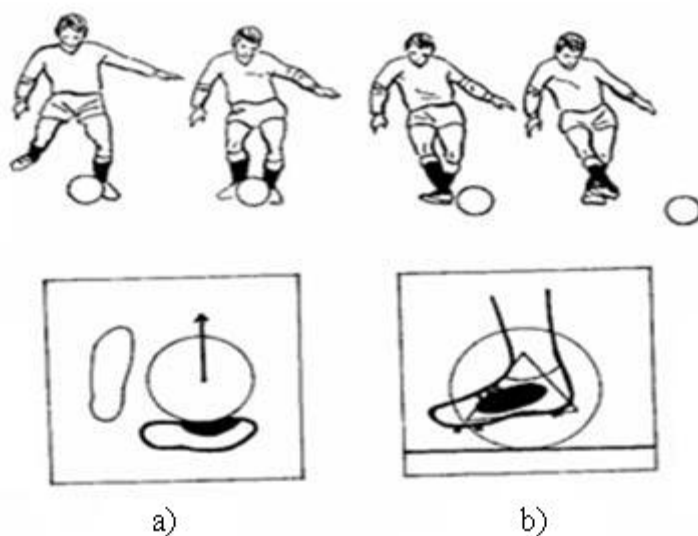


Obrázek 4: Pohyb míče – vnitřní strana (Votík, 2001)

Osvojení kopací techniky různě rotovaných míčů má v současném fotbalu značný význam, jak pro *přihrávání, tak při střelbě* (standardní situace).

1.2.6.1 Kop vnitřní stranou nohy

Tento způsob kopu (Obrázek 5) považujeme za základní, ve hře se používá poměrně velmi často, především na krátkou a střední vzdálenost. Kop vnitřní stranou nohy je z technického hlediska relativně jednoduchý a nejpřesnější (i na nerovném terénu), ale nelze dosáhnout větší rychlosti letu míče ani maximálních vzdáleností (Votík, 2001).



Obrázek 5: Kop vnitřní stranou nohy (Votík, 2001)

Obr. a – kop vnitřní stranou nohy

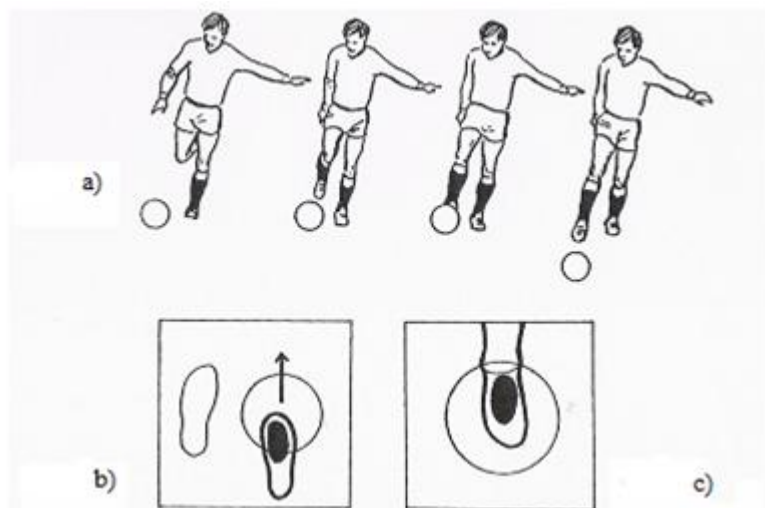
b – postavení stojné a kopající nohy

c – plocha nohy kopající do míče

1.2.6.2 Kop přímým nártem

Tento způsob kopu (Obrázek 6) patří v současném fotbalu k velmi často používaným a nejučelnějším a pro brankáře nejnebezpečnější střelou. Výhodou je velký dosah (střední a maximální vzdálenosti) a možnost maximální rychlosti míče (*sřídlené přihrávky*). Technicky vyspělí hráči používají kop i na velmi krátké vzdálenosti, což se vyžaduje i od hráče, který míč zpracovává, vysokou úroveň technické připravenosti.

Časté využití při standardních situacích, změně těžiště hry i po vedení míče, kdy lze kop co nejdále utajit vzhledem k technice běhu ("z kotníku"). Přímým nártem se často odehrávají míče prvním dotykem a to přízemní, po odrazu („halfvolej“) i přímo ze vzduchu ("voleje") (Votík, 2001).



Obrázek 6: Kop přímým nártem (Votík, 2001)

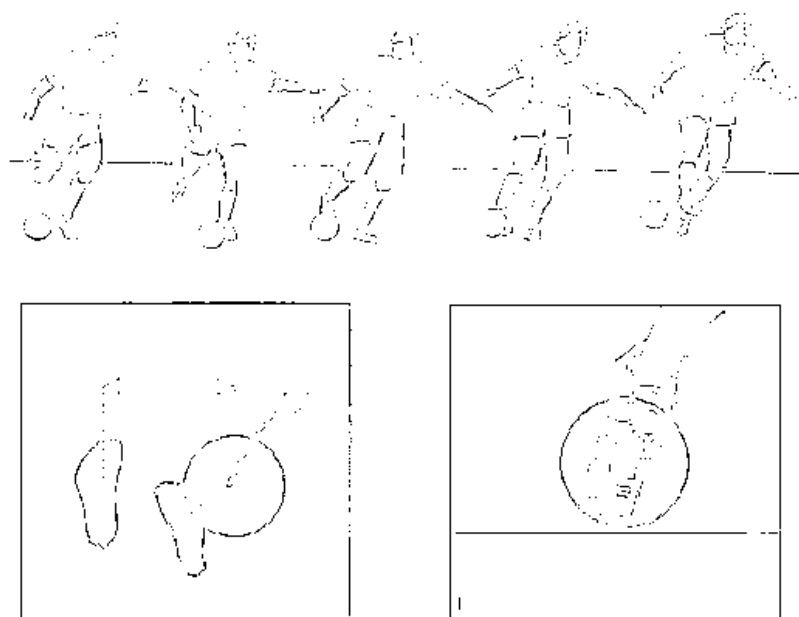
Obr. a – kop přímým nártem

b - postavení stojné a kopací nohy

c – plocha nohy kopající do míče

1.2.6.3 Kop vnějším nártem nohy

Způsob provedení tohoto kopu je shodný s kopem přímým nártem, rozdíl je jen v poslední fázi pohybu kopací nohy, kdy se chodidlo s napnutým nártem stáčí špičkou poněkud dovnitř a míč udeří plochou vnějšího nártu. Tento kop (Obrázek 7) je poměrně koordinačně náročný, ale v současném fotbalu nalézá stále častější uplatnění pro svoji přesnost, rychlost a překvapivost a pro možnost využít boční rotace k oklamání soupeře neočekávanou dráhou letu míče (kop kolem a za obránce nebo na vytažení brankáře z jeho postavení apod.) (Votík, Zalabák, 2011).



Obrázek 7: Kop vnějším nártem (Votík, Zalabák, 2011)

Obr. a – postavení stojné a kopací nohy

b – plocha nohy kopající do míče

1.3 Svalové tkáně

Tato kapitola se bude zabývat složením svalů. Jedná se o efektorové jednotky, které provádějí zkoumaný pohyb. Proto považujeme za vhodné, aby byly zmíněny obecné principy uvádějící podstatu svalové práce.

Svalové tkáně jsou specializovány na pohyb nebo na udržování polohy. Skládají se z podlouhlých, smrštění schopných elementů. V plazmě svalových elementů, nazvané sarkoplazma, jsou rozloženy smršťitelné fibrily, myofibrily (Čihák 2004).

Podle stavby, inervace a funkčních vlastností rozlišujeme: hladkou svalovou tkáň, příčně pruhovanou kosterní tkáň a příčně pruhovanou srdeční tkáň.

Hladká svalová tkáň se skládá z podlouhlých, vřetenovitých buněk vzájemně spojených jemným vazivem. Buňky hladké svaloviny obsahují ve své cytoplazmě myofibrily, jejichž kontrakcí se zkracuje i celá buňka. Svalovina tohoto typu tvoří nejčastěji stěny dutých orgánů, nebo svalovou vrstvu cévní stěny (Dylevský 2007).

Srdeční svalovina tvoří střední vrstvu srdeční stěny. Je sice typem příčně pruhované svalové tkáně, ale tkáň složené z buněk. Trámčitá struktura srdeční svaloviny umožňuje rychlý a dokonalý rozvod elektrického podráždění, vedoucí k rytmickému smršťování srdečního svalu. Také srdeční svalovina je inervována autonomními nervy, které mohou zrychlit nebo zpomalit srdeční akci. Kromě této inervace má ale vlastní systém vodivé svaloviny, která sama vytváří vzruchy vedoucí k rytmickému smršťování (Dylevský 2007).

Kosterní, příčně pruhovaná svalová tkáň tvoří základ svalstva končetin, zádových, břišních, hrudních, krčních a žvýkacích svalů. Základní jednotkou příčně pruhované svaloviny jsou svalová vlákna, která se skládají do svazků spojených jemným vazivem. Tvoří základ kosterních svalů. Vlákna kosterních svalů jsou až několik centimetrů dlouhé válce s tupými konci. Na povrchu vláken je membrána, která svojí stavbou v podstatě odpovídá buněčné cytoplazmatické membráně. Uvnitř v cytoplazmě vláken leží myofibrily a jádra, kterých je větší množství (Dylevský 2007).

V naší diplomové práci se budeme zabývat kosterními svaly. Proto je rozebereme detailněji, než srdeční a hladkou svalovinu.

Složení svalu

Sval je složen z příčně pruhované kontraktilní svalové tkáně a z vaziva. Vazivo je uloženo mezi svalovými vlákny. Svalové vlákno je kryto vazivovou vrstvičkou endomysium. Několik desítek vláken vytváří primární svalový snopec, který je opět obalen vazivem – epimysium. Primární svalové snopce vytvářejí sekundární svalový snopec, který je kryt silnější vrstvou vaziva – perimysium. Spojením všech snopců vznikne sval, který má vazivový obal – fascii (Elišková, Naňka 2006).

Svalová mechanika

Svaly jsou seskupeny okolo kloubů tak, že jeden a týž pohyb je zajištěn souhrou několika svalů. Sval, který pohyb provádí, se nazývá agonista. Sval, který vyvolá opačný pohyb, se nazývá antagonist. Souhlasně pracující svaly se nazývají synergisté. Jeden ze svalů je pro určitý pohyb kloubů svalem hlavním a ostatní jsou svaly pomocné. Výsledný pohyb je dán svalovou souhrou (Elišková, Naňka 2006).

Typy vláken kosterního svalu

Pomalá červená vlákna – jsou relativně tenká a mají malé množství myofibril. Červenou barvu mají díky přítomnosti většího množství myoglobinu. Fyziologicky jsou červená vlákna vybavena k pomalejší kontrakci – ideální pro vytrvalostní činnost.

Jsou ekonomičtější, a vhodnější pro stavbu svalů zajišťujících spíše statické, polohové funkce a pomalé pohyby (Dylevský 2000).

Rychlá červená vlákna – jsou objemnější než pomalá červená vlákna. Jsou vhodná pro rychlé kontrakce prováděné velkou silou, ovšem po krátkou dobu. Jsou méně ekonomická a mají jen střední množství kapilár. Hodí se pro výstavbu svalů zajišťujících rychlý pohyb prováděný velkou silou. Jsou velmi odolná proti únavě (Dylevský 2000).

Rychlá bílá vlákna – mají velký objem, málo kapilár, nízký obsah myoglobinu a nízký obsah oxidativních enzymů. Tyto vlákna jsou disponována především pro rychlé stahy prováděné maximální silou. Rychlá bílá vlákna jsou málo odolná proti únavě (Dylevský 2000).

Zastoupení jednotlivých typů svalových vláken ve svalu má – vzhledem k jejich funkční charakteristice – nepochybně zásadní význam z hlediska svalové výkonnosti, rychlosti prováděného pohybu, ekonomii svalové práce (Dylevský 2000).

2 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE

2.1 Cíle práce

Cílem práce je časově a prostorově charakterizovat zapojování svalových řetězců při fotbalových kopech a následné porovnání se specifickými cvičeními simulace fotbalových kopů s expandérem pomocí EMG měření. Důležité budou časové úseky jednotlivých pohybových cyklů, intervaly mezi maximálními hodnotami grafů jednotlivých svalů a rychlost nárůstu elektrického napětí ve svalech.

2.2 Úkoly práce

Úkolem práce je komparativní analýza vybraných typů fotbalových kopů a specifických cvičení s expandérem. Komparativní analýza bude realizována prostřednictvím časových a prostorových charakteristik rozhodujících pro měření dostupných svalů v průběhu sledovaných činností.

Úkoly práce:

- výběr vhodných a dostupných probandů
- výběr rozhodujících svalů pro provedení uvažovaných činností, které budou zároveň pro měření dostupné
- pomocí EMG změřit činnost vybraných svalů při vybraných fotbalových kopech a při specifickém cvičení s expandérem
- synchronizované se snímáním EMG
- vyhodnotit a popsat naměřené výsledky
- intraindividuálně porovnat získané charakteristiky koordinačních ukazatelů při sledovaných činnostech porovnat získané charakteristiky koordinačních ukazatelů při sledovaných činnostech v rámci výzkumného souboru (interindividuálně)

2.3 Hypotézy

H1: Svaly, které se budou zapojovat u vybraných fotbalových kopů se nebudou lišit od svalů, které se budou zapojovat při s cvičením s expandérem.

H2: U fotbalových kopů s míčem bude timing aktivace svalů stejný jako u cvičení s expandérem.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Charakteristika výzkumu

Jedná se o případovou studii popisného charakteru relativního načasování pohybu a činnosti vybraných svalů při fotbalových kopech pomocí EMG analýzy a kinematické analýzy. V případové studii na rozdíl od statistického šetření sbíráme velké množství dat od jednoho nebo několika málo jedinců, u kterých se předpokládá, že důkladným prozkoumáním malého množství případů lépe porozumíme případům podobným (Hendl, 2005).

3.2 Charakteristika použitých metod a přístrojů

3.2.1 Charakteristika elektromyografie

Provedli jsme povrchové měření EMG u svalových skupin, které byly zapojeny do předem vybraných fotbalových kopů. Toto měření bylo doplněno o kinematickou analýzu pomocí časové analýzy videozáznamu. Naměřili jsme takto více jednotlivých provedení fotbalových kopů, abychom mohli porovnat, jak moc je technika hráče stabilní (zda jsou svaly do pohybu zapojovány podobně).

Historické počátky EMG (elektromyografie) sahají až do konce 18. století, do doby experimentů italského lékaře a přírodovědce Luigi Galvaniho s elektřinou a žábími stehýnky. Depolarizoval svaly žabího stehýnka tím, že se jich dotknul kovovou tyčí. I když se v interpretaci svých pokusů mýlil, přece je možno jeho pozorování považovat za zrození elektroneurofyziologie. Elektrická aktivita přirozeně vznikající při stažení svalu člověka byla poprvé detekována v polovině 19. století. Termín „elektromyografie“ vznikl v roce 1876. Moderní vyšetření bylo do neurologické diagnostiky zavedeno až ve 40. letech 20. století.

Povrchová elektromyografie registruje pomocí povrchových elektrod elektrické odezvy činnosti svalových skupin. Na elektromyogramu je zaznamenán elektrický ekvivalent dynamiky iontové výměny v oblasti membrány při aktivaci svalu. Záznam má podobu interferenčního vzorce a je výsledkem interference sumy potenciálů místních motorických jednotek v prostorové vazbě s přenosnými vodiči (což je povrch těla a snímací elektrody). Parametry elektromagnetického signálu jsou logicky výrazně ovlivněny fyziologickými faktory (kvantitou, kvalitou a umístěním detekovaných

motorických jednotek). K nim přistupují faktory metodického charakteru – metodika detekce, zpracování a interpretace získaných dat.

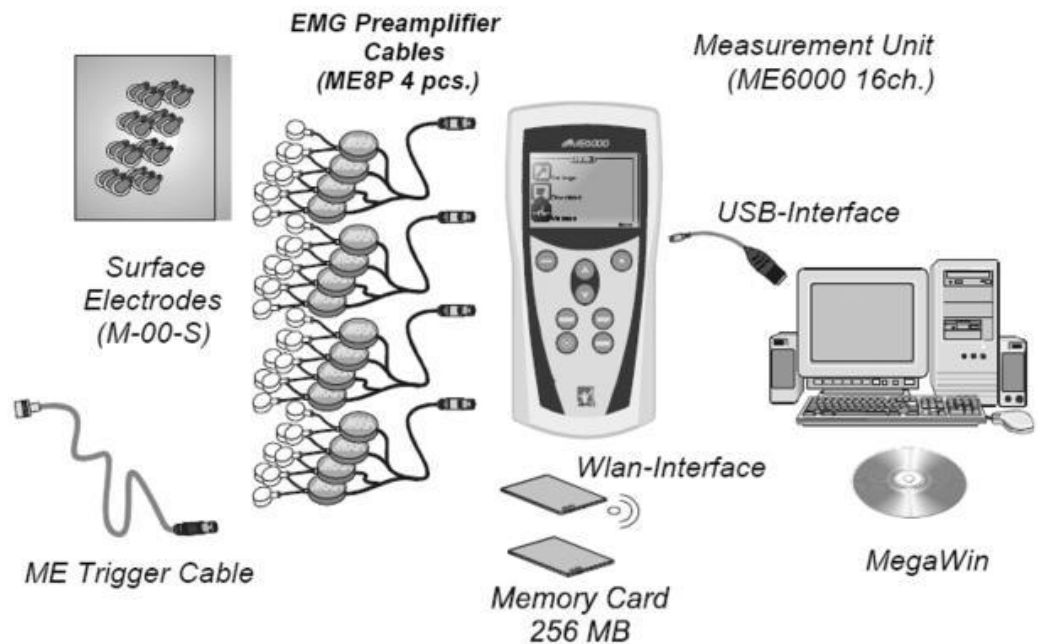
Kvantifikace signálu je dána parametry:

- plocha pod křivkou usměrněné křivky (práce svaly vykonaná),
- průměrná amplituda,
- vzdálenost nejvyšších vrcholů,
- celkový výkon EMG signálu,
- střední frekvence,
- průměrná frekvence.

Vzhledem k řešenému problému budu zkoumat především strukturu růstu a klesání EMG signálu (pořadí zapojení jednotlivých svalů do pohybu), dále pak vzdálenosti mezi vrcholy různých grafů (čas mezi maximálními aktivitami různých svalů) (Chrtek, 2007).

3.2.2 Charakteristika EMG přístroje

K výzkumu byla využita metoda sledování elektrické aktivity svalů pomocí povrchové neinvazivní elektromyografie. Byl použit přenosný 14 bitový EMG přístroj ME6000 Biomonitor (Mega Electronics, Kuopio, Finland) (Obrázek 8) se šestnácti kanály k dispozici. Přístroj nesl proband v pouzdře připevněném na svém těle. Váha přístroje je 344 g, rozměry 181x85x35 mm. Frekvence vzorkování ať 10000 Hz/kanál s měřícím rozpětím +/- 8192 μ V pro EMG. Citlivost přístroje 1 μ V na dílek, pásmová propust 8-500 Hz. Hmotnost záznamu do interní paměti 2GB, nebo bezdrátově rovnou do PC.



Obrázek 8: Schéma zapojení EMG přístroje ME6000 (Megawin, 2004)

Ke snímání byly použity hydrogelové elektrody Ag/Cl elektrody Kendall k přístroji připojené pomocí kabelu s předzesilovačem signálu.

K měření akcelerace byl použit tříosý akcelerometr (o rozsahu až 10G) připojený do EMG přístroje jako kanál č.13 až 15. K synchronizaci s EMG záznamem sloužily bezdrátové triggery.

3.2.3 Charakteristika videokamery

Videozáznam byl pořízen z boku kompaktní videokamerou umístěnou na stativu.

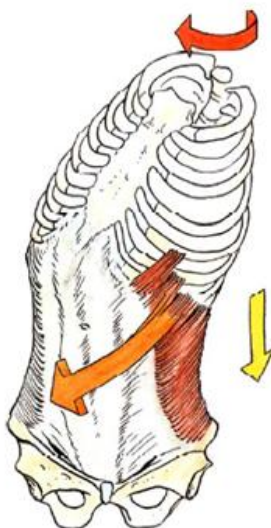
- Výrobce: Canon
- Model: HDV 1080i
- Rozlišení: 3,1 megapixelů
- Frekvence snímání: 25 fps

3.3 Charakteristika sledovaného souboru

Ke sledování jsme využili čtyři aktivní fotbalové hráče ve věku 22 - 28 let výkonnostní kategorie od 1. A. třídy až po divizi. Byli to 100% zdraví hráči, kteří nebyli při výzkumu nikterak omezováni.

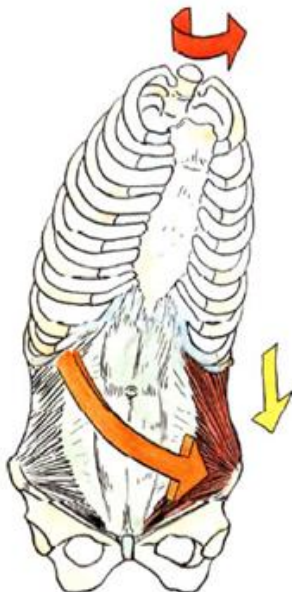
3.4 Charakteristika sledovaných svalů

Musculus obliquus externus abdominis (zevní šikmý sval břišní) (Obrázek 9) leží nejvýše. Je to plochý sval na boční stěně břišní, dopředu přechází v plochou šlachu (aponeurosis), která tvoří přední list pochvy m. rectus abdominis. Směr snopců jde shora dolů a dopředu, jako ruka do kapsy. Začíná na osmi posledních žebrech (pět zubů se střídá se začátky serratu anterior a další tři se začátky latissimu dorsi) a upíná se převážně prostřednictvím aponeurosy do linea alba. Při oboustranné kontrakci je synergistou m. rectus abdominis, při jednostranné akci uklání páteř na stranu svalu a rotuje na opačnou. Účastní se břišního lisu (Flusserová, 2005).



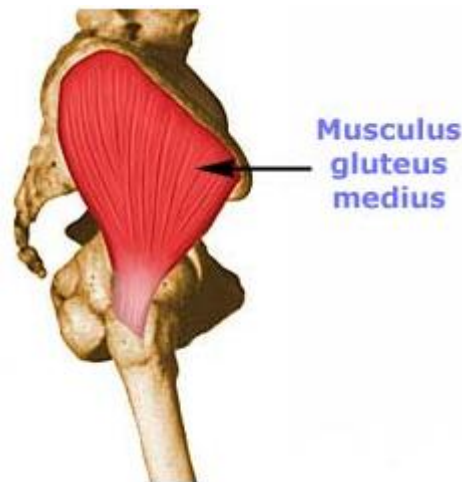
Obrázek 9: *Musculus obliquus externus abdominis* – schéma funkce (Flusserová, 2005)

Musculus obliquus internus abdominis (vnitřní šikmý sval břišní) (Obrázek 10) je střední vrstvou laterálního svalstva břišní stěny. Od svého začátku z fascie zad a od kyčelní kosti se vlákna vějířovitě rozbíhají dopředu. Přecházejí v aponeurosu, která se štěpí ve dva listy, jež tvoří zepředu a zezadu pochvu m. rectus a upínají se do linea alba. Část svalu se ještě upíná na poslední tři žebra. Funkci má obdobnou jako m. obliquus externus, ale provádí rotaci trupu na stranu svalu (Flusserová, 2005).



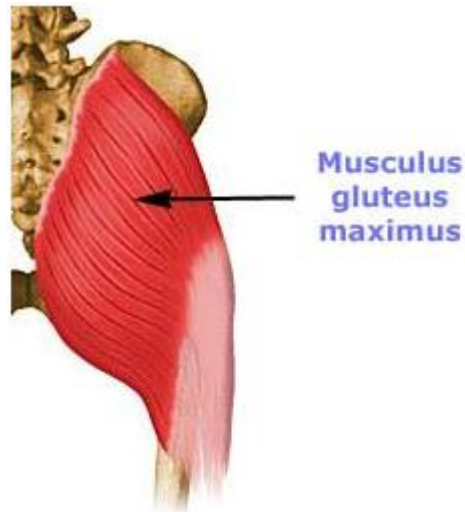
Obrázek 10: *Musculus obliquus internus abdominis* – schéma funkce (Flusserová, 2005)

Musculus gluteus medius (střední sval hýžd'ový) (Obrázek 11) se nachází o něco hlouběji a je zčásti kryt předchozím svalem. Začíná také na zadní části lopaty kyčelní, a to v její horní části. Upíná se na trochanter major (na jeho přední, horní a zadní část) a podle lokace snopců se liší také funkcí. Přední snopce dělají vnitřní rotaci kyčelního kloubu, střední abdukci a zadní zevní rotaci. Důležitost svalu pro chůzi a udržování rovnováhy je dána těmito akcemi v různých směrech i účastí svalu na flexi i extenzi kyčelního kloubu. Inervace: n. gluteus superior (Flusserová, 2005).



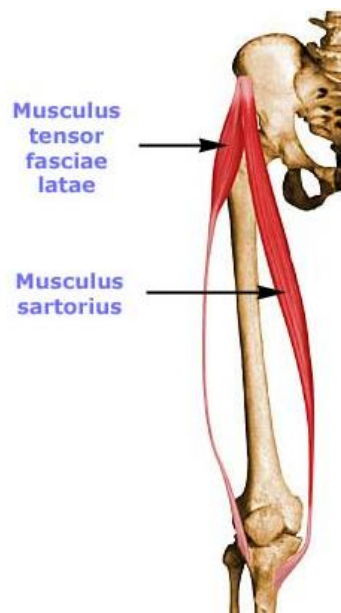
Obrázek 11: *Musculus gluteus medius* (Flusserová, 2005)

Musculus gluteus maximus (velký sval hýžd'ový) (Obrázek 12) je největším z mm. glutei, jde od zadní části lopaty kyčelní, od kosti křížové a kostrče. Snopce směřují od spina iliaca posterior superior k velkému trochanteru (horní část femuru), kde se upínají (zadní a zevní strana trochanteru). Funkce: zadní snopce svalu provádí extenzi a zevní rotaci kyčelního kloubu, přední snopce abdukci a další podle umístění také addukci stehna. M. gluteus maximus je velmi podstatným svalem pro udržení vzpřímené postavy (např. tahem za tractus iliotibialis, kam se také upíná, pomáhá udržet extenzi kolene), pro extenzi kyčle např. při chůzi do schodů atd. Při předklonu nese také valnou část váhy trupu. Inervován je z n. gluteus inferior (Flusserová, 2005)



Obrázek 12: *Musculus gluteus maximus* (Flusserová, 2005)

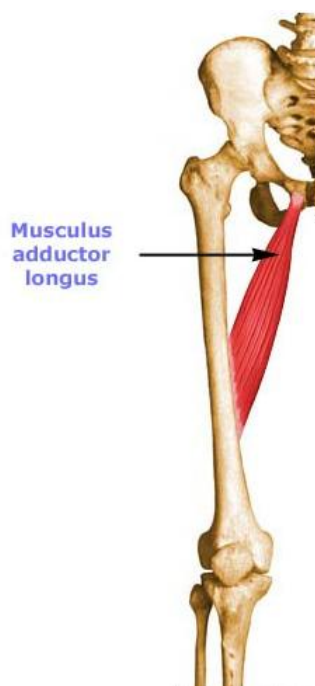
Musculus tensor fasciae latae (napínač stehenní povázky) (Obrázek 13) je umístěn nejventrálněji (nejvíce vpředu) a začíná při spina iliaca anterior superior. Bříško zasahuje jen do horní čtvrtiny stehna, dále jde jen prostřednictvím tractus iliotibialis a končí na zevní straně laterálního kondylu tibie. Pomáhá s flexí, abdukci a vnitřní rotací kyčle. Zabezpečuje extenzi kolena při stoji. Inervován z n. gluteus superior (Flusserová, 2005).



Obrázek 13: *Musculus tensor fasciae latae*

Musculus sartorius (Flusserová, 2005)

Musculus adductor longus (dlouhý přitahovač) (Obrázek 14) začíná opět na kosti stydké, mediálně (směrem ke střední linii těla) od m. pectineus (při symfýze - chrupavčitém spojení obou kostí stydkých vpředu). Končí ve střední části zadní strany femuru. Funkce je shodná s m. pectineus. Inervace přichází z n. obturatorius (Flusserová, 2005).



Obrázek 14: *Musculus adductor Lotus* (Flusserová, 2005)

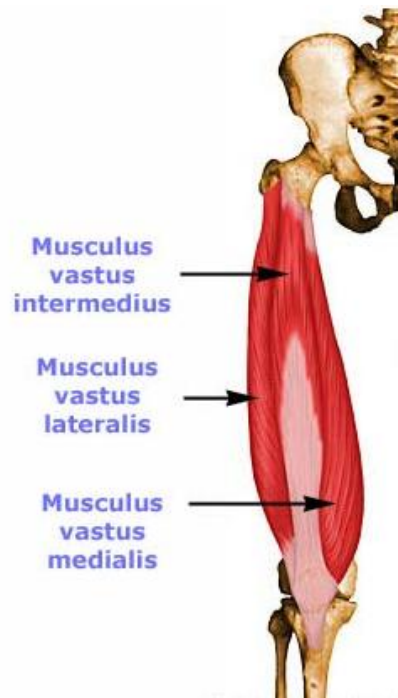
Musculus adductor magnus (velký přitahovač) (Obrázek 15) je hluboko uložený mohutný sval jdoucí jako vějíř k úponu po téměř celé zadní straně stehna a i na jeho dolní část (vnitřní epicondylus). Začíná po celém dolním rameni kosti stydké a zasahuje až k sedacímu hrbolu (tuber ischiadicum). Provádí addukci a zevní rotaci kyčelního kloubu, část upnutá na epikondyl pomocnou extenzi kyčle. Inervačně pomáhá n. obturatoriu ještě n. ischiadicus (od zadní skupiny stehenních svalů) (Flusserová, 2005).



Obrázek 15: *Musculus adductor magnus* (Flusserová, 2005)

Musculus quadriceps femoris (čtyřhlavý sval stehenní) (Obrázek 16) se skládá z *musculus rectus femoris*, *musculus vastus medialis*, *musculus vastus lateralis* a *musculus vastus intermedius*. Všechny složky se upínají na patelu. Z pately jde ještě níže na tibií *ligamentum patellae*. Díky své hlavní funkci, extenzi kolene, je tento sval důležitý pro udržování vzpřímené postavy (posturální sval). Podstatnou roli hraje při chůzi, vstávání ze sedu atd.

- *m. rectus femoris* je nejvzrostlejší položený dvoukloubový sval začínající na kyčelní kosti (*spina iliaca anterior inferior* a nad kloubem kyčelním). Provádí extenzi kolenního kloubu a pomocnou flexi kloubu kyčelního.
- *m. vastus medialis* začíná na zadní straně kosti stehenní a obaluje ji z vnitřní strany. Jde dopředu ke společnému úponu.
- *m. vastus lateralis* obaluje zase vnější stranu femuru. Začíná na zadní straně femuru, proximálněji než předchozí sval (směr nahoru, blíže ke kyčli).
- *m. vastus intermedius* začíná na přední straně femuru. Mm. vasti provádějí extenzi kolen (Flusserová, 2005).

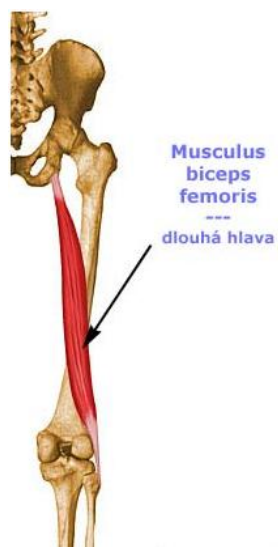


Obrázek 16: *Musculus vastus intermedius*

Musculus vastus lateralis

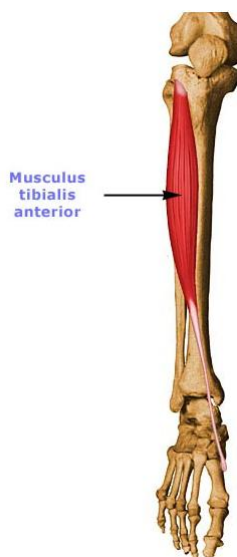
Musculus vastus medialis (Flusserová, 2005)

Musculus biceps femoris (dvojhlavý sval stehenní) (Obrázek 17) začíná prostřednictvím *caput longum* na *tuber ischiadicum* a *caput breve* na zadní straně femuru. Spojují se směrem k úponu na zevní stranu kolene, pod které se upínají na hlavičku fibuly (Flusserová, 2005).



Obrázek 17: *Musculus biceps femoris* (Flusserová, 2005)

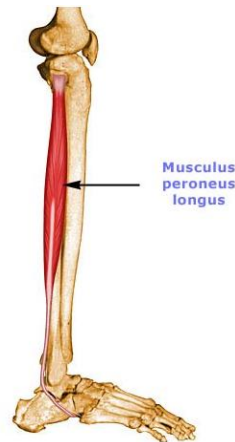
Musculus tibialis anterior (přední sval holenní) (Obrázek 18) leží nejbliže k tibií, začíná převážně od ní. Jeho šlacha sestupuje k vnitřnímu kotníku a upíná se na drobné kůstky chodidla zespodu (os cuneiforme mediale a 1. metatars - palcový). Provádí dorzální flexi nohy (pohyb za hřbetem) a inverzi (vytočení nohy za palcem nahoru). Významně se podílí na udržení klenby nožní (Flusserová, 2005).



Obrázek 18: *Musculus tibialis anterior* (Flusserová, 2005)

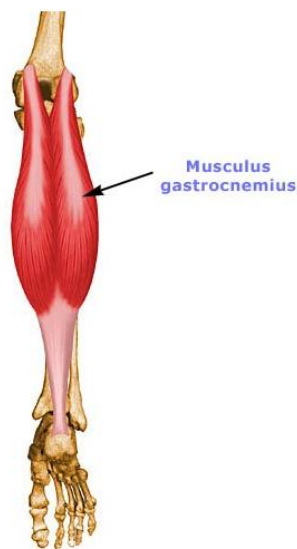
Musculus peroneus longus / *musculus fibularis longus* (dlouhý sval lýtkový) (Obrázek 19) začíná od horní části fibuly, pak jde šlachou za zevním kotníkem, stáčí se pod nohu a končí na vnitřní (palcové) straně chodidla při úponu m. tibialis anterior

(os cuneiforme mediale a 1. metatars). Funkce: everze nohy (vytáčí nohu malíkovou hranou nahoru), pomocná plantární flexe. Udržuje klenbu nožní (Flusserová, 2005).



Obrázek 19: *Musculus peroneus longus* (Flusserová, 2005)

Musculus triceps surae (trojhlavý sval lýtkový) (Obrázek 20) zahrnuje povrchovou složku zvanou *m. gastrocnemius* (s hlavami *caput mediale* a *caput laterale*) a hlubokou složku *m. soleus*. Sval jako celek se upíná mohutnou šlachou (*tendo Achillis*) na patní kost a je plantárním flexorem nohy (pohyb nohy špičkou dolů). *M. gastrocnemius* je dvoukloubovým svalem, neboť začíná již na spodní části kosti stehenní (oba kondyly femuru), takže překlenuje kolenní kloub. Bříška obou hlav jsou patrná na reliéfu lýtkva. Funkčně se zapojuje navíc jako pomocný flexor kolena (Flusserová, 2005).



Obrázek 20: *Musculus gastrocnemius* (Flusserová, 2005)

3.5 Výběr provedených cvičení

Cvičení bylo vybráno na základě mých letitých zkušeností z fotbalového prostředí, přičemž jsme zvolili druhy kopů, které jsou nejvíce používány v dnešním fotbale, a to kop přímým nártem, vnitřním nártem a vnějším nártem. Probandi nejprve absolvovali kopy s míčem (kopy přímým nártem, kopy vnitřním nártem, kopy vnějším nártem). Poté absolvovali ve stejném pořadí cvičení vybraných kopů s gymnastickým expandérem, který byl jednou stranou přichycen ke stěně a druhou stranou ke kotníku měřeného probanda. Jeho odpor byl nastaven na základě plynulého provedení pohybu.

3.6 Výběr využití náčiní

První část cvičení (kopy s míčem) absolvovali probandi za využití míčů značky Adidas. Dle Táborského (2004) má být fotbalový míč zhotovený z kůže nebo jiného schváleného materiálu o obvodu 68 – 70 cm, o hmotnosti 410 – 450 g a o vnitřním tlaku od 0,6 do 1,1 atmosféry.

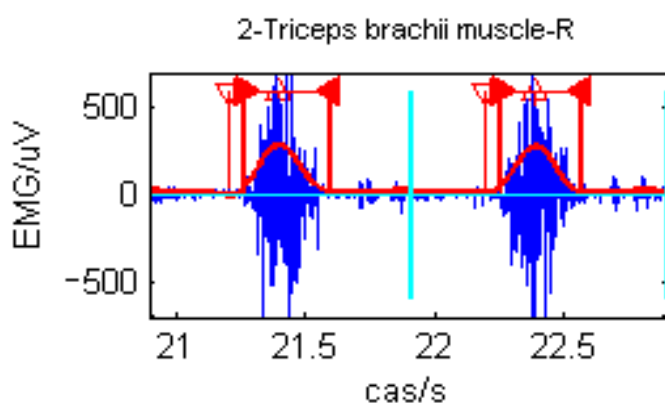
Druhá část cvičení (simulace kopů bez míče) probíhala za použití gymnastického expandéru, o délce 2 metrů, který má na každém svém konci úchopy, které byly využity k přichycení během měření.

3.7 Sběr dat

Měření probíhalo v hale FTVS ve dvou dnech, a to 10.3. a 4.4. 2012. U obou měření vždy asistoval fyzioterapeut, který aplikoval elektrody na předem vybrané svaly. Měření se dále zúčastnil vždy jeden doktorand, který měl již zkušenosti s obdobným měřením, dále také kameraman a pomocník, který připravoval míče na značku vzdálenou 7 metrů, odkud probandi kopali na prázdnou branku. Časová náročnost u měření jednoho probanda se pohybovala včetně rozcvičení, aplikování elektrod a samotného měření dohromady přibližně třicet minut. K měření bylo potřeba přístroj EMG s příslušenstvím, videokamera, 5 míčů, gymnastický expandér.

3.8 Analýza dat povrchové EMG

Zpracování elektromyografického signálu probíhalo následujícím postupem. Digitální nezpracovaná EMG křivka (vyznačena modrou barvou) byla usměrněna převedením do absolutních hodnot (rektifikována), následně proběhlo vyhlazení prostřednictvím filtrace dolní propustí (FIR, hranice propustného pásma 5,2 Hz, útlum nepropustného pásma 55 dB, délka 501 pro signály se vzorkovací frekvencí 1000 Hz, resp. 1001 pro signály s dvojnásobným vzorkovacím kmitočtem) (Obrázek 21).

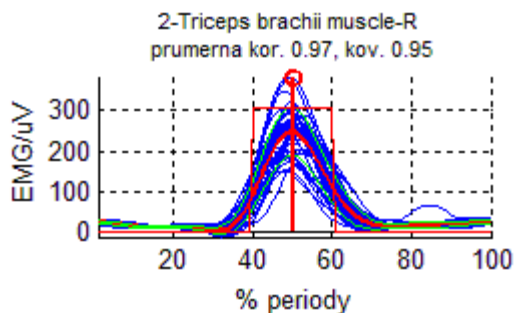


Obrázek 21: Digitální nezpracovaná křivka EMG signálu (modře) a obálka EMG (červeně, tučně) s vyznačeným maximem (šipka nahoru), minimem (šipka dolů) a detekovaným počátkem (šipka doprava) a koncem (šipka doleva) aktivity v rámci pohybového cyklu – viz dále. Graf zachycuje dva pohybové cykly oddělené svislou azurovou čarou.

Převedením do absolutních hodnot se vytvořila tzv. obálka EMG křivky. Na této křivce byly vyznačeny jednotlivé cykly pohybu. Obálky jednotlivých cyklů byly interpolovány na jednotnou délku (vyjádřeno v podobě % na 0% - 100% pracovního nebo krokového nebo chůzového cyklu) a pro každý sval byl vytvořen jejich průměr v podobě průměrné obálky (Obrázek 22). Na EMG křivce zobrazující průměrnou obálku byla vyznačena maxima. U některých kanálů vykazovala průměrná obálka více lokálních maxim; v tom případě byla uplatněna následující kritéria pro výběr nejvýznamnějších maxim (Merletti, Parker, 2004).

- každé maximum dosahuje velikosti alespoň 40 % absolutního maxima,
- mezi každými dvěma sousedními maximy musí křivka poklesnout níže, než je polovina velikosti menšího z obou maxim,
- další zpracování probíhá nejvýše se čtyřmi největšími maximy, která splnila předchozí podmínky.

Počet nalezených maxim zároveň určil, kolik intervalů aktivity bude možné v každém pohybovém cyklu detekovat (De Luca, 2003).

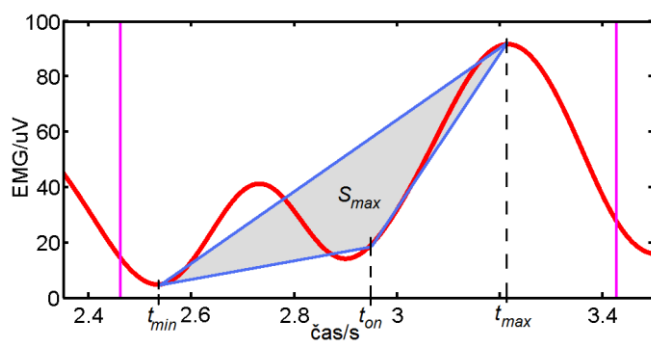


Obrázek 22: Obálky EMG z jednotlivých pohybových cyklů interpolované na jednotnou délku 0 až 100 % cyklu (modře) a jejich průměr – průměrná obálka (červeně, tučně). Svislá červená čára označuje maximum průměrné obálky; ve vyznačeném intervalu okolo maxima probíhalo následně hledání maxim v jednotlivých pohybových cyklech.

Mezi každou dvojicí maxim bylo dále na průměrné EMG křivce vyhledáno lokální minimum.

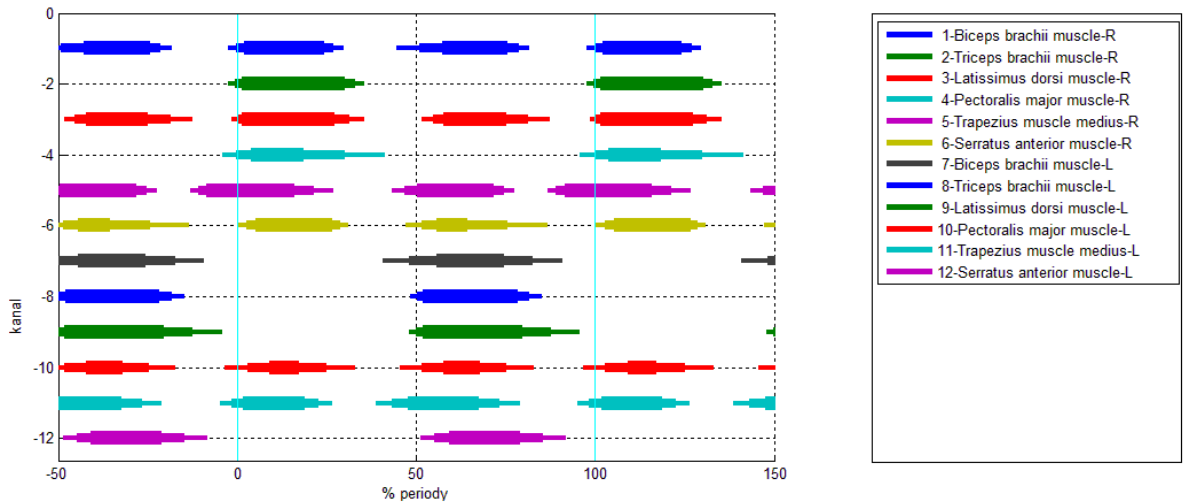
V dalším kroku byla na obálce EMG prováděna detekce svalové aktivity, a to opět v jednotlivých pohybových cyklech (tedy nikoliv na průměrné obálce EMG). V rámci

cyklu bylo nalezeno maximum ležící v intervalu $\pm 10\%$ cyklu od polohy maxima průměrné obálky. Stejným způsobem bylo nalezeno minimum a následně se trojúhelníkovou metodou vyznačil bod považovaný za počátek svalové aktivity, tedy bod ležící pod spojnici minima s maximem, který společně s těmito dvěma body vytváří trojúhelník o největší možné ploše (Obrázek 23). Podobný postup se uplatnil při hledání konce svalové aktivity, ovšem s využitím minima ležícího až za maximem. U obou nalezených bodů (počátku a konce svalové aktivity) se zaznamenala absolutní poloha i relativní poloha v rámci pohybového cyklu. Pokud bylo na průměrné obálce EMG detekováno více maxim, opakoval se tento postup pro další maxima, resp. intervaly svalové aktivity.

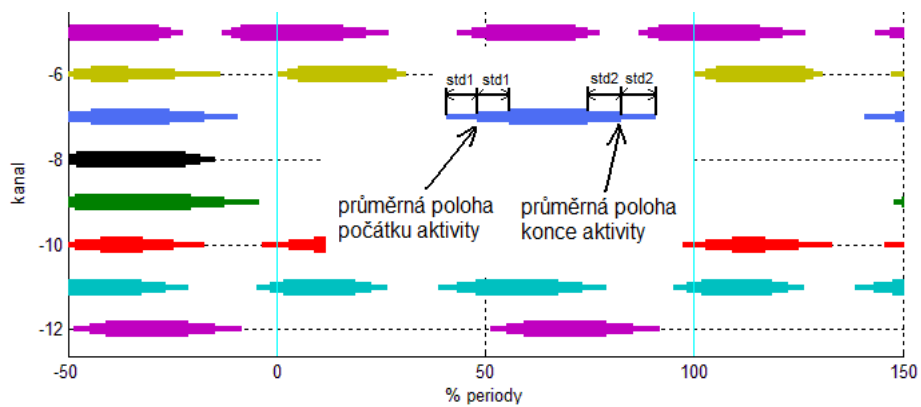


Obrázek 23: Trojúhelníková detekce počátku svalové aktivity na obálce EMG (červeně): t_{min} je poloha lokálního minima, t_{max} poloha lokálního maxima a t_{on} je detekovaný počátek svalové aktivity. S_{max} označuje plochu nejrozlehlejšího trojúhelníku, svislé čáry představují hranice pohybového cyklu.

Následně byly graficky vyjádřeny intervaly aktivit jednotlivých svalů v jednotlivých pohybových cyklech. Tyto intervaly byly zprůměrovány; kromě průměrné polohy počátku a konce aktivity byly určeny i směrodatné odchylky těchto hodnot. Průměrné intervaly aktivity byly rovněž znázorněny graficky. Pro větší názornost bylo vyneseno do grafu i 50% z cyklu předcházejícího a 50% z cyklu následujícího, znázorněný úsek tak sahá od – 50% do 150% pohybového cyklu; viz obrázky č. 24 a 25.



Obrázek 24: Intervaly aktivit jednotlivých svalů v průběhu průměrného pohybového cyklu (šířka pruhu orientačně ilustruje významnou intenzitu aktivace)



Obrázek 25: Způsob grafického znázornění průměrného počátku a konce aktivity a směrodatných odchylek (std1, std2) obou údajů.

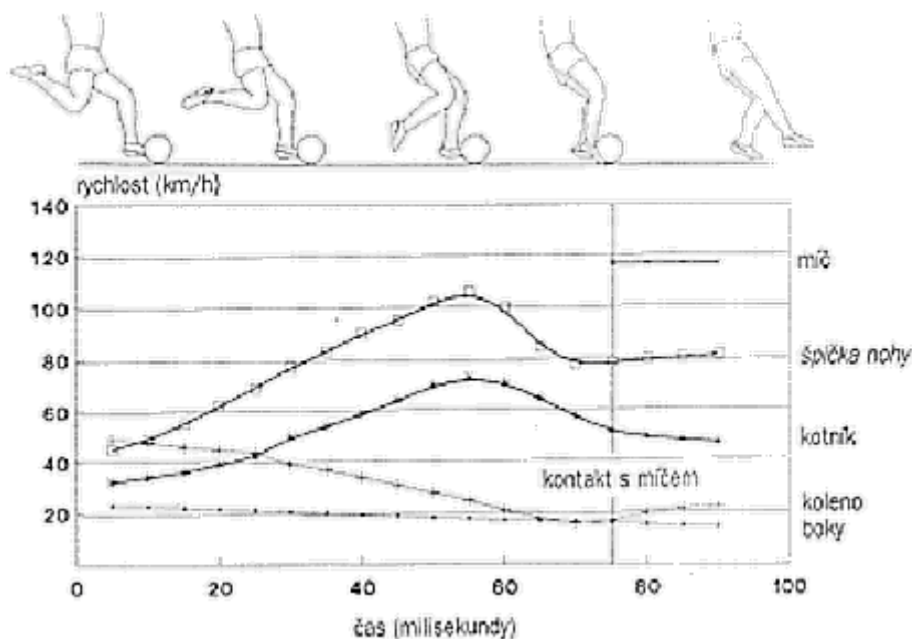
4 VÝSLEDKOVÁ ČÁST

4.1 Určení klíčových pozic při analýze

Určení klíčových bodů při analýze videozáznamu jsme museli určit tak, aby se jednalo o konkrétní moment, jehož časovou pozici můžeme přesně určit. Poté pak stanovit časové intervaly mezi jednotlivými pozicemi a ty dále porovnat. Jednotlivé klíčové pozice musely být zvoleny, aby se vyskytovaly u provedených kopů s míčem, tak i u specifických cvičení s expandérem.

Kopající noha:

Zapojování jednotlivých částí dolní končetiny (stehna, bérce a nohy) musí být v průběhu kopu vzájemně časově provázáno (Obrázek 26). Při vysokých rychlostech kopů není prakticky možné zaznamenat lidským okem jakékoli detaily návaznosti pohybů částí dolní končetiny. Kollath (2006) však vysokorychlostní kamerou zachytil, jakou rychlostí se zmíněné části končetiny pohybují, a tato rychlost je zaznamenána v následujícím grafu:



Obrázek 26: Časový průběh rychlostí boku, kolena, kotníku a špičky nohy při střelbě (Kollath, 2006)

Z grafu vidíme, že míč se po správně provedeném kopu může pohybovat rychlostí blížíící se 120 km/h.

4.2 Výsledky měření kopů s expandérem

Po dosažení výsledků, kde byly porovnány fotbalové kopy s cvičením kopů s expandérem jsme předpokládali, že u kopů stejnou technikou bude aktivace daných svalů podobná, což se nepotvrdilo (příloha č. 10), proto se srovnáváním fotbalových kopů s imitací kopů s expandérem se dále zabývat nebudeme. Analyzujeme vybrané svaly u kopů s míčem, u kterých by měla dle empirických předpokladů být největší změna oproti ostatním svalům.

4.3 Porovnání svalů u kopů s míčem

V analýze jsme se zaměřili na porovnávání vybraných svalů u třech měřených kopů s míčem. Vybrali jsme dva fenomény, které budeme analyzovat.

Fenomén I.

U každého druhu kopu (přímým nártem, vnitřním nártem, vnějším nártem) jsme vybrali svaly a vyhodnotili timing zapojených svalů na škále od 10 do 50% po pěti stupních (10, 20, 30, 40, 50%). Hladina 50% je stanovena proto, aby byl dodržen požadavek přesnějšího určení míry koordinační příbuznosti srovnávaných svalů. Timingem se v tomto případě rozumí rozhodující nástup svalové aktivace. Spodní částí škály do 10% se rozumí, že vybrané svaly mají sobě blízký timing, tedy vysokou korelaci v čase a naopak vyšší úseky škály (nad 40%) ukazují nízkou úroveň časové korelace. K procentuálnímu vztahu mezi svaly jsme dospěli rozdílem nejnížší a nejvyšší hodnoty aktivace vybraných svalů a vynásobili číslem 2 (př. kop přímým nártem, proband č. 1, analýza svalů 6-8, nejnížší hodnota -4,85, nejvyšší hodnota 3,63, rozdíl hodnot je 8,48 a násobek dvou = 16,96%, což je ve stupnici hodnota 20%).

Fenomén II.

Pro vyhodnocení výsledků byly specifikovány vybrané svaly, které zásadně participují na nastavení nohy v okamžiku odkopu.

Do první skupiny svalů byly začleněny svaly ovlivňující postavení v kyčelním kloubu ve smyslu abdukce – addukce: m. gluteus maximus dx, m. tensor fasciae latae dx, m. adductor magnus dx.

Do druhé skupiny byly začleněny svaly ovlivňující inverzi a everzi nohy – m. tibialis anterior dx, m. peroneus longus dx.

Ve třetí skupině jsou sledovány svaly ovlivňující mimo jiné i směřování špičky nohy – m. gastrocnemius dx, pars medialis, m. gastrocnemius dx, pars lateralis.

U fenoménu II. jsme sledovali čtyři probandy a u nich jednotlivé vybrané svaly a porovnávali, zda je aktivace svalů přesunem timingu směrem k začátku pohybu (-) či aktivace svalů přesunem timingu směrem ke konci pohybu (+). Toto porovnání proběhlo u kopů vnitřním nártem a vnějším nártem. Vycházeli jsme z kopu přímým nártem, který je referenčním koordinačním ukazatelem pro neutrální polohu nohy. Vyhodnocení proběhlo na škále + a -. Přičemž jsme sečetli výsledky probandů dohromady a vyšel nám výsledek, zda je daný sval přesunem timingu k začátku pohybu či přesunem timingu ke konci pohybu.

Fenomén I. Kop přímým nártem

Kop přímým nártem s míčem	Proband č. 1	Proband č. 2	Proband č. 3	Proband č. 4
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	1,92	4,39	-6,46	-10,7
3-Rectus abdominis muscle-L	1,6	5,39	-0,93	-3,38
4-Rectus abdominis muscle-R	2,21	3,01	-1,40	-4,78
5-Gluteus medius muscle-R	-4,43	-1,32	-11,88	-16,23
6-Gluteus maximus muscle-R	-4,85	7,26	5,23	-15,61
7-Tensor fasciae latae-R	3,63	10,51	3,06	-16,84
8-Adductor muscle-R	-0,43	0,25	-5,16	-9,7
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	3,65	6,85	2,16	-17,08
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	2,09	7,02	4,51	-1,08
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	3,77	6,49	4,54	0,63
12-Biceps femoris muscle-R	4,57	6,71	5,28	-18,49
13-Tibialis anterior muscle-R	0,65	6,87	0,11	-2,06
14-Peroneus longus muscle-R	2,71	-2,97	0,39	-14,05
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	3,3	-2,13	-11,65	-18,8
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-5,99	4,54	-14,55	-17,83

Tabulka 1: Aktivace vybraných svalů zapojených do kopu přímým nártem

	Proband č.
do 10%	
20%	I., III., IV.,
30%	II.
40%	
50%	

Tabulka 2: Výsledky F I. vzájemného timingu aktivace vybraných svalů – přímý nárt

Z výše uvedených výsledků vidíme, že rozdíly v timingu mezi třemi vybranými svaly u kopu přímým nártem je nejčastější do 20% (3 probandi) oproti timingu 30% (1 proband)

Fenomén II a) m. gluteus maximus

	6-Gluteus maximus muscle-R				
	Proband I.	proband II.	Proband III.	Proband IV.	Výsledek
Přímý nárt	-4,9	7,3	5,2	-15,6	
Vnitřní nárt	-1,6	-3,3	5,4	-3,9	3-, 1+
Vnější nárt	-4,9	4,3	-9,4	-1,7	2+, 1-
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 3: Přesun timingu – m. gluteus maximus

Výsledek přesunu – m. gluteus maximus

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (3- oproti 1+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke konci pohybu (2+ oproti 1-) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

Fenomén II b) m. tensor fasciae latae

7-Tensor fasciae latae-R					
	Proband I.	proband II.	Proband III.	Proband IV.	Výsledek
Přímý nárt	3,63	10,51	3,06	-16,84	
Vnitřní nárt	6,24	-0,8	3,65	-4,3	3-,1+
Vnější nárt	4,71	2,43	3,25	11,05	3-,1+
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 4: Přesun timingu – m. tensor fasciae latae

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (3- oproti 1+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (3- oproti 1+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

Fenomén II c) m. adductor longus

8 - Adductor muscle-R					
	Proband I.	proband II.	Proband III.	Proband IV.	Výsledek
Přímý	-0,43	0,25	-5,16	-9,7	
Vnitřní	2,17	-1,4	0,74	-0,98	3-,1+
Vnější	-1,53	-0,39	1,75	4,35	2-, 2+
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 5: Přesun timingu – m. adductor longus

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (3- oproti 1+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu ke střední části pohybu (2- oproti 2+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

Fenomén I. Kop vnitřním nártem

Kop vnitřním nártem s míčem	I. Proband	II. Proband	III. Proband	IV. Proband
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	4,21	-2,32	-4,7	-1,08
3-Rectus abdominis muscle-L	2,87	-0,62	-0,51	6,78
4-Rectus abdominis muscle-R	4,69	-1,01	-0,8	3,22
5-Gluteus medius muscle-R	-1,61	-4,84	-8,68	14,79
6-Gluteus maximus muscle-R	-2,39	-3,32	5,38	-3,88
7-Tensor fasciae latae-R	6,24	-0,8	3,65	-4,3
8-Adductor muscle-R	2,17	-1,4	0,74	-0,98
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	6,23	-3,2	1,81	-4,31
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	4	3,56	7,79	6,72
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	6,19	3,4	3,13	-4,09
12-Biceps femoris muscle-R	7,66	3,72	5,48	-4,42
13-Tibialis anterior muscle-R	0,7	-2,21	0,43	7,3
14-Peroneus longus muscle-R	-3,81	0,68	0,34	-5,25
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	4,92	1,84	-8,17	-2,78
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-4,31	2,75	-11,32	-5,78

Tabulka 6: Aktivace vybraných svalů zapojených do kopu vnitřním nártem

do 10%	I., II., III.
20%	IV.
30%	
40%	
50%	

Tabulka 7: Výsledky F I. vzájemného timingu aktivace vybraných svalů – vnitřní nárt

Z výše uvedených výsledků vidíme, že rozdíly v timingu mezi dvěma vybranými svaly u kopu vnitřním nártem je nejčastější do 10% (3 probandi) oproti timingu 20% (1 proband).

Fenomén II d) m. tibialis anterior

	13-Tibialis anterior muscle-R				
	I. Proband	II. Proband	III. Proband	IV. Proband	Výsledek
Přímý nárt	0,65	6,87	0,11	-2,06	
Vnitřní nárt	0,7	-2,21	0,43	7,3	3-, 1+
Vnější nárt	-1,9	-1,61	-0,72	4,8	3+, 1-
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 8: Přesun timingu – m. tibialis anterior

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (3- oproti 1+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke konci pohybu (3+ oproti 1-) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

14-Peroneus longus muscle-R					
	I. Proband	II. Proband	III. Proband	IV. Proband	Výsledek
Přímý nárt	2,71	-2,97	0,39	-14,05	
Vnitřní nárt	-3,81	0,68	0,34	-5,25	2-, 2+
Vnější nárt	1,85	0,76	-8,83	1,68	2+, 2-
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 9: Přesun timingu – m. peroneus longus

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu (2- oproti 2+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu (3+ oproti 1-) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

Fenomén I. Kop vnějším nártem

Kop vnějším nártem s míčem	I. Proband	II. Proband	III. Proband	IV. Proband
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	1,97	-1,99	-3,28	2,64
3-Rectus abdominis muscle-L	1,95	0,79	0,24	7,74
4-Rectus abdominis muscle-R	2,56	-2,43	-0,34	8,4
5-Gluteus medius muscle-R	-4,7	1,91	-10,04	0,91
6-Gluteus maximus muscle-R	-4,9	4,27	-9,35	-1,66
7-Tensor fasciae latae-R	4,71	2,43	3,25	11,05
8-Adductor muscle-R	-1,53	-0,39	1,75	4,35
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	4,45	3,1	1,67	10,77
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	2,04	2,69	4,4	-1,11
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	4,73	2,9	3,02	10,99
12-Biceps femoris muscle-R	5,72	2,32	5,25	-1,2
13-Tibialis anterior muscle-R	-1,9	-1,61	-0,72	4,8
14-Peroneus longus muscle-R	1,85	0,76	-8,83	1,68
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	0,18	58,57	-9,39	2,47
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-5,36	2,97	-10,35	-1,7

Tabulka 10: Aktivace vybraných svalů zapojených do kopu přímým nártem

do 10%	III.,IV.
20%	I.
30%	
40%	
50%	IV.

Tabulka 11: Výsledky F I. vzájemného timingu aktivace vybraných svalů –vnější nárt

Z výše uvedených výsledků vidíme, že rozdíly v timingu mezi třemi vybranými svaly u kopu přímým nártem je nejčastější do 20% (3 probandi) oproti timingu 30% (1 proband).

Výsledky F I. vzájemného timingu aktivace vybraných svalů – přímý nárt

	15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R				
	I. Proband	II. Proband	III. Proband	IV. Proband	Výsledek
Přímý nárt	3,3	-2,13	-11,65	-18,8	
Vnitřní nárt	4,92	1,84	-8,17	-2,78	4 -, 0+
Vnější nárt	0,18	58,57	-9,39	2,47	2+, 2-
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 12: Přesun timingu – m. gastrocnemius lateralis

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (4- oproti 0+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu (2+ oproti 2-) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

16-Gastrocnemius muscle - medial part-R					
	I. Proband	II. Proband	III. Proband	IV. Proband	Výsledek
Přímý nárt	-5,99	4,54	-14,55	-17,83	
Vnitřní nárt	-4,31	2,75	-11,32	-5,78	2-, 2 +
Vnější nárt	-5,36	2,97	-10,35	-1,7	3-, 1 +
(-) přesun timingu směrem k začátku pohybu					
(+) přesun timingu směrem ke konci pohybu					

Tabulka 13: Přesun timingu – m. gastrocnemius medialis

Z analýzy vyplývá, že u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu (2- oproti 2+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

U kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu (3- oproti 1+) vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

5 DISKUZE

Předmětem diskuse je zhodnocení okolností, za kterých byla měření prováděna, porovnání naměřených výsledků u vybraných fotbalových kopů a specifických cvičení s expandérem.

Výzkum naměřených dat probíhal v tělocvičně FTVS za příznivých klimatických podmínek. Novinkou pro probandy bylo provádění kopů s EMG přístrojem, který však dle názorů probandů nikterak neovlivnil výkon při měření.

Hráči nejprve prováděli fotbalové kopy s míčem předem vybraných fotbalových kopů, a poté specifická cvičení stejných fotbalových kopů, avšak bez míče se zatížením expandéru.

Z naší analýzy, kde jsme zkoumali, zapojení svalů při vybraných fotbalových kopech s porovnáním cvičení s expandérem jsme došli k závěrům, že pohybový cyklus se podobá pohybům fotbalových kopů, nikterak však timingem zapojení svalů. Proto dané výsledky porovnání fotbalových kopů se specifickým cvičením s expandérem je bezpředmětné (viz. příloha 10).

V naší analýze jsme se dopracovali k těmto výsledkům:

Uvedené svaly jsou na pravé dolní končetině.

- M. tibialis anterior - u kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke konci pohybu vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem. Natočení špičky nohy směrem dovnitř a následný impakt s míčem klade důraz na rotačního antagonistu – m. peroneus longus. M. tibialis anterior uvolňuje svojí inhibicí prostor pro jeho práci obzvláště v okamžiku impaktu. Po odkopu se zapojuje, aby nohu vyrovnal.
- M. peroneus longus - u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem. V tuto chvíli sval udržuje polohu nohy při impaktu s míčem.
- M. peroneus longus - u kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem. Sval stabilizuje polohu nohy i při kopu vnějším nártem.
- M. gastrocnemius lateralis - u kopu vnitřním nártem je přesun timingu směrem k začátku pohybu vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.

Popisovaná vnější hlava svalu stáčí nohu zevně pro provedení kopu vnitřním nártem.

- M. gastrocnemius lateralis -u kopu vnějším nártem je přesun timingu směrem ke střední části pohybu vzhledem k výchozímu měření kopu přímým nártem.
Popisovaná vnější hlava svalu v tomto případě neovlivňuje nastavení špičky nohy dovnitř.
- Podobnost timingu vybraných svalů mezi jednotlivými probandy u kopu vnějším nártem je do 20%, zkoumanými svaly byly m. gastrocnemius lateralis a m. gastrocnemius medialis.
- Podobnost timingu vybraných svalů mezi jednotlivými probandy u kopu přímým nártem je do 20%. U kopu přímým nártem jsme zkoumali m. gluteus maximus dx., tensor fasciae latae a m. adductor magnus dx.
- Podobnost timingu vybraných svalů mezi jednotlivými probandy u kopu vnitřním nártem je do 10%. Zkoumanými svaly byly m. tibialis anterior, m. peroneus longus.
- Hladina 50% je stanovena proto, aby byl dodržen požadavek přesnějšího určení míry koordinační příbuznosti srovnávaných svalů. Timingem se v tomto případě rozumí rozhodující nástup svalové aktivace.
m. gluteus maximus dx, m. tensor fasciae latae dx, m. adductor magnus dx.

Fotbalovými kopy s rozborem EMG se zabýval Teixeira (1999), který analyzoval přesnost fotbalových kopů v závislosti na rychlosti kopu. A došel k závěru, že mnohem přesnějších kopů se dosáhne při nižší rychlosti kopů.

Studie Reillyho, Cabriho a Araujia (2005), kteří zkoumali 10 fotbalistů a u nich svaly dolních končetin na programovatelném běžícím pásu a měřili změny svalů v aktivaci před výkonem, v poločase a po výkonu došli k tomuto zjištění. U měřených svalů dochází k poklesu aktivace vzhledem k časovému úseku.

6 ZÁVĚR

V naší studii jsme se zabývali rozbořem EMG záznamů fotbalových kopů a specifických cvičení s expandérem.

Podářilo se nám shromáždit teoretické podklady o fotbalových kopech. Pro výzkum byli vybráni 4 probandi, jen se věnují fotbalu již od raného věku. Tito hráči byli vybráni dobrovolně a se zájmem přistoupili k našemu výzkumu.

Měřené svaly jsme vybrali s ohledem na zapojení svalů ve fotbalových kopech a podle dostupnosti pro povrchovou elektromyografii.

Nepotvrdila se nám hypotéza č. 2. Zapojení timingu u svalů kopů s míčem a u specifických kopů s expandérem byla odlišná.

Hypotéza č. 1 byla potvrzena, neboť došlo k zapojení všech stejných svalů, jak u kopů s míčem, tak i u specifických cvičení kopů s expandérem.

Přičemž jsme dospěli k závěrům, že fotbalové kopy mají odlišný timing v zapojení oproti specifickým cvičení s expandérem. Tím se nepotvrdila hypotéza č. 2, která říká, že zapojení svalů bude stejného timingu. Tento výsledek má výpovědní hodnotu pro tréninkový proces ve fotbale. Bude však nutné jej potvrdit na větším souboru.

Z daných výsledků jsme vyzorovali, že zapojení svalů při fotbalových kopech úzce souvisí s technikou.

Diplomová práce s fotbalovou tematikou byla pro mou osobu velice přínosná a obohatila mé získané znalosti v oblasti fotbalu.

SEZNAM LITERATURY

BALATKA, J. *Kineziologie pro posluchače tělesné výchovy*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 2012. 181 s. ISBN 80-704-1928-8.

BUZEK, M. a kol. *Trenér fotbalu „A“ UEFA licence*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2007. ISBN 978-807376-032-8.

CABRI, J., DE PROFT, E., DUFOUR, W., CLARYS, J. *The relation between muscular strenght and kick performance*. In: *Science and football*. Eds: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W. London: E & FN Spon, 1988. 186-193.

ČIHÁK, R. *Anatomie 3*. 2. upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004. 673 s. ISBN 80-247-1132-X.

DOBRÝ, L., SEMIGINOVSKÝ, B. *Sportovní hry: výkon a trénink*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1988.

DYLEVSKÝ, I. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-324-0.

DYLEVSKÝ, I. *Somatologie*. 2. vyd. Olomouc: Epava, 2000. 480 s. ISBN 80-86297-05-5.
DYLEVSKÝ, I. *Základy funkční anatomie člověka*. 1. vyd. Praha: Manus, 2007. 194 s. ISBN 978-80-86571-10-2.

ELIŠKOVÁ, M., NAŇKA, O. *Přehled anatomie*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1216-X.

HARVEY, G. *Complete Soccer School, Usborne Publishing Ltd.* (27 Oct. 2000). ISBN 0-7460-2917-9.

HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. 1. vyd. Praha: Portál, 2005. 407 s. ISBN 80-736-7040-2.

CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. 2. rozš. vyd. Praha: Olympia, 1991. ISBN 80-7033-099-6.

CHRTEK, M. *Evaluaace tenisového podání pomocí povrchové elektromyografie*. Praha, 2007. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Vladimír Süs.

KOLLATH, E. *Technika a taktika hry*. 1 vydání. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1336-5.

LANČI, J., ONDŘEJ, O., VAŠÁK, J. *Fotbal pro trenéry čtvrté třídy*. Praha: Olympia, 1986. 142 s.

LEES, A., and NOLAN, L. (1998). *The biomechanics of soccer: A review*. Journal of sport

MERLETTI, R., PARKER, P. *Electromyography*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2004.

REILLY, T., CABRI, J., ARAUJO, D. *A preliminary report representing the experimental condition within the paper was published in Science and Football V: Proceedings of the Fifth World Congress of Science and Football*. London, Routledge 2005.. pp. 499–504..

TÁBORSKÝ, F. *Házená ve škole*. 1. vyd. Praha : Český svaz házené, 2000.

TÁBORSKÝ, F.: *Sportovní hry 2*, 1. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1330-6.

TEIXEIRA, L. *Kinematics of kicking as a function of different*

VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

VOTÍK, J. *Fotbal: trénink budoucích hvězd*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0463-3.

VOTÍK, J. *Trenér fotbalu „B“ licence*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2001. ISBN 80-7033-598-X.

VOTÍK, J., ZALABÁK, J., BURSOVÁ, M., ŠRÁMKOVÁ, P. *Fotbalový trenér: základní průvodce tréninkem*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 184 s. ISBN 978-802-4739-823.

WEINECK, J. *Fussballtraining. Teil 1: (1997) Konditionstraining des Fußballspielers*. Perimed: Spitta Verlag. (In German).

Internetové zdroje:

Citace [on- line]. [cit.2012-23-02]. Dostupné z WWW: <<http://nb.vse.cz/kfop/O-DP-LIT.HTM>>

Formální stránka diplomové práce [on-line]. [cit.2012-23-02]. Dostupné z WWW:
<<http://www.ftvs.cuni.cz/studenti/bakalaska-a-navazujici-magisterske-studium/436-metodologie-bakalaska-a-diplomove-prace.html>>

BERNACIKOVÁ, M. KAPOUNOVÁ, K., NOVOTNÝ, J. *Fyziologie sportovních disciplín* [on-line]. 2010 [cit.2012-20-11]. Dostupné z WWW:
<<http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/hry-fotbal.html>>

FLUSSEROVÁ, Š. *Internetový magazín Ronnie.cz* [on-line]. 2005 [cit.2012-16-10].
Dostupné z WWW:
<<http://medicina.ronnie.cz/index.php?akce=hledat&slovo=SVALY+LIDSK%C9HO+T%CCLA+>>

DE LUCA, C., J. *The use of Surface Electromyography in Biomechanics*. The international Society for Biomechanics. [on-line]. © 2003 [cit. 25.11.2012]. Dostupné na www:
<<http://www.delsys.com/>>

Další zdroje

Megawin software. *ME6000 Device Manual* [CD]. Finland : Megawin Electronics Ltd., 2004.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNS	Centrální nervový systém
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
EMG	Elektromyografie
F I.	Fenomén I.
F II.	Fenomén II.
M	Musculus

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Aktivace vybraných svalů zapojených do kopu přímým nártem	45
Tabulka 2: Výsledky F I. Vzájemného timingu aktivace vybraných svalů – přímý nárt.....	46
Tabulka 3: Přesun timingu – m. gluteus maximus.....	46
Tabulka 4: Přesun timingu – m. tensor fasciae latae	47
Tabulka 5: Přesun timingu – m. adductor longus	47
Tabulka 6: Aktivace vybraných svalů zapojených do kopu vnitřním nártem	48
Tabulka 7: Výsledky F I. vzájemného timingu aktivace vybraných svalů – vnitřní nárt.....	48
Tabulka 8: Přesun timingu – m. tibialis anterior	48
Tabulka 9: Přesun timingu – m. peroneus longus.....	49
Tabulka 10: Aktivace vybraných svalů zapojených do kopu přímým nártem	50
Tabulka 11: Výsledky F I. vzájemného timingu aktivace vybraných svalů –vnější nárt.....	50
Tabulka 12: Přesun timingu – m. gastrocnemius lateralis	50
Tabulka 13: Přesun timingu – m. gastrocnemius medialis	51

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Fáze pohybu	12
Obrázek 2: Úhlová rychlost stehna a bérce	13
Obrázek 3: Kinogram kopu přímým nártem	14
Obrázek 4: Pohyb míče - vnitřní strana	18
Obrázek 5: Kop vnitřní stranou nohy	19
Obrázek 6: Kop přímým nártem	20
Obrázek 7: Kop vnějším nártem	21
Obrázek 8: Schéma zapojení EMG přístroje ME6000	28
Obrázek 9: Musculus obliquus	29
Obrázek 10: Musculus obliquus internus abdominis	30
Obrázek 11: Musculus gluteus medius	31
Obrázek 12: Musculus gluteus maximus	32
Obrázek 13: Musculus tensor fasciae latae	32
Obrázek 14: Musculus adductor Lotus	33
Obrázek 15: Musculus adductor magnus	34
Obrázek 16: Musculus vastus intermedius	35
Obrázek 17: Musculus biceps femoris	35
Obrázek 18: Musculus tibialis anterior	36
Obrázek 19: Musculus peroneus Lotus	37
Obrázek 20: Musculus gastrocnemius	38
Obrázek 21: Digitální nezpracovaná křivka EMG signálu	39
Obrázek 22: Obálky EMG z jednotlivých pohybových cyklů	40
Obrázek 23: Trojúhelníková detekce počátku svalové aktivity na obálce EMG	41
Obrázek 24: Intervaly aktivit jednotlivých svalů v průběhu průměrného pohybového cyklu	42
Obrázek 25: Způsob grafického znázornění průměrného počátku a konce aktivity	42
Obrázek 26: Časový průběh rychlostí boku, kolena, kotníku a špičky nohy při střelbě	43

PŘÍLOHY



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

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné diplomové práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Evaluace fotbalových kopů pomocí povrchové elektromyografie

Forma projektu: diplomová práce

Autor (hlavní řešitel): Bc. Pavel Řebíček
odborný konzultant: Mgr. Radka Bačáková

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

Popis projektu

Projekt se zabývá rozborem zapojení vybraných svalů při sportovní lokomoci – fotbalový kop do míče různými způsoby kopů. Získané výstupy mohou být přínosné k doporučení pro využití nácviků kopů různými způsoby. Měření se uskuteční v tělocvičně pomocí přenosného přístroje pro snímání povrchového EMG ME 6000. Použité měřicí zařízení je napájeno vlastními zdroji o napětí do 9V bez výkonných kondenzátorů.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky

Nehrozí zde žádné nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Etické aspekty výzkumu

Výsledky, které z měření vyplynou, budou použity pouze pro účel diplomové práce. Probandi v diplomové práci budou uváděni anonymně.

Informovaný souhlas (přiložen)

V Praze dne 20. 3. 2012

Podpis autora.....*Pavel Řebíček*.....

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: 090 / 2012

dne: 21. 3. 2012

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.

.....*Bronislav Kračmar*.....
podpis předsedy EK

razítko školy

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
1

Příloha 1: Žádost o vyjádření etické komise FTVS



Příloha 2: 1. část fáze kopu



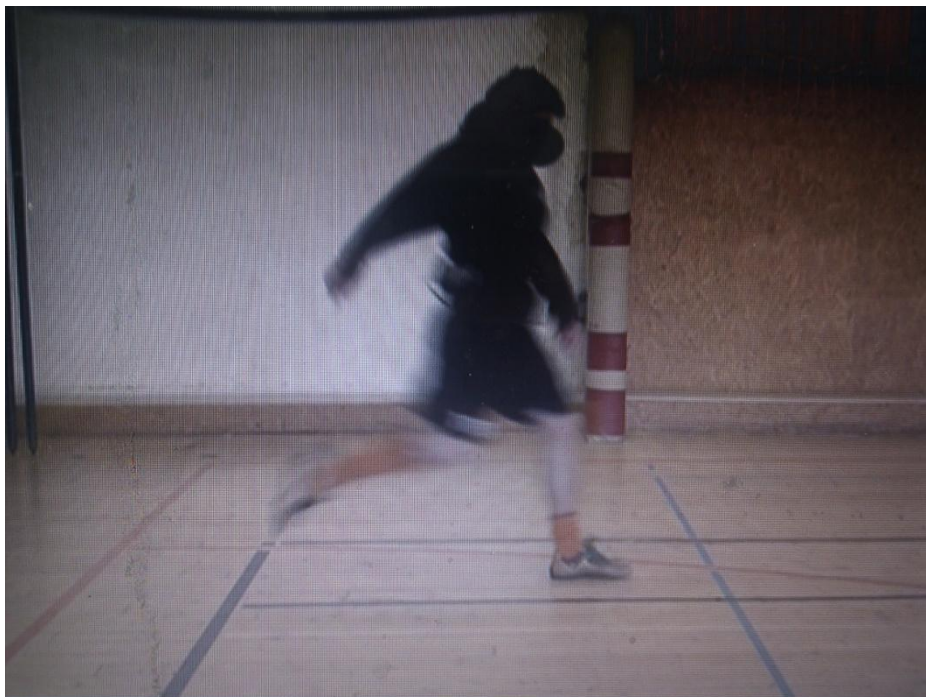
Příloha 3: 2. část fáze kopu s míčem



Příloha 4: 3. část fáze kopu s míčem



Příloha 5: 4. část fáze kopu s míčem



Příloha 6: 1. část fáze kopu s expandérem



Příloha 7: 2. část fáze kopu s expandérem



Příloha 8: 3. část fáze kopu s expandérem



Příloha 9: 4. část fáze kopu s expandérem

Příloha 10:

a) Proband č. I.

1. interval aktivity - Proband I., přímý nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	1,92	0,1
3-Rectus abdominis muscle-L	1,6	0,28
4-Rectus abdominis muscle-R	2,21	0,59
5-Gluteus medius muscle-R	-4,43	-8,69
6-Gluteus maximus muscle-R	-4,85	-8,88
7-Tensor fasciae latae-R	3,63	-8,76
8-Adductor muscle-R	-0,43	-1,61
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	3,65	-8,67
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	2,09	0,2
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	3,77	-8,68
12-Biceps femoris muscle-R	4,57	4,07
13-Tibialis anterior muscle-R	0,65	-27,85
14-Peroneus longus muscle-R	2,71	-9,06
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	3,3	-4,18
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-5,99	-9,67

1. interval aktivity - Proband I., vnitřní nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	4,21	4,23
3-Rectus abdominis muscle-L	2,87	3,3
4-Rectus abdominis muscle-R	4,69	4,4
5-Gluteus medius muscle-R	-1,61	-3,99
6-Gluteus maximus muscle-R	-2,39	-4,99
7-Tensor fasciae latae-R	6,24	-4,61
8-Adductor muscle-R	2,17	2,52
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	6,23	-4,37
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	4	3,88
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	6,19	-4,42
12-Biceps femoris muscle-R	7,66	7,91
13-Tibialis anterior muscle-R	0,7	3,7
14-Peroneus longus muscle-R	-3,81	-3
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	4,92	-3,5
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-4,31	-5,71

1. interval aktivity - Proband I., vnější nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	1,97	3,27
3-Rectus abdominis muscle-L	1,95	2,54
4-Rectus abdominis muscle-R	2,56	2,59
5-Gluteus medius muscle-R	-4,7	-6,94
6-Gluteus maximus muscle-R	-4,9	-7,97
7-Tensor fasciae latae-R	4,71	-6,92
8-Adductor muscle-R	-1,53	0,811
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	4,45	-6,75
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	2,04	2,21
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	4,73	-6,85
12-Biceps femoris muscle-R	5,72	6,1
13-Tibialis anterior muscle-R	-1,9	21,65
14-Peroneus longus muscle-R	1,85	-7,42
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	0,18	-1,94
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-5,36	-7,41

b) Proband č. II

1. interval aktivity - Proband II., přímý nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	4,39	-2,43
3-Rectus abdominis muscle-L	5,39	4,11
4-Rectus abdominis muscle-R	3,01	-1,27
5-Gluteus medius muscle-R	-1,32	4,77
6-Gluteus maximus muscle-R	7,26	3,26
7-Tensor fasciae latae-R	10,51	7,1
8-Adductor muscle-R	0,25	1,96
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	6,85	-3,91
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	7,02	3,16
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	6,49	5,2
12-Biceps femoris muscle-R	6,71	6,91
13-Tibialis anterior muscle-R	6,87	4,23
14-Peroneus longus muscle-R	-2,97	-4,3
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	-2,13	-3,35
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	4,54	-5,82

1. interval aktivity -Proband II., vnitřní nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-2,32	-2,44
3-Rectus abdominis muscle-L	-0,62	4,11
4-Rectus abdominis muscle-R	-1,01	-1,27
5-Gluteus medius muscle-R	-4,84	4,77
6-Gluteus maximus muscle-R	-3,32	-3,27
7-Tensor fasciae latae-R	-0,8	7,11
8-Adductor muscle-R	-1,4	1,96
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	-3,2	-3,91
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	3,56	3,16
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	3,4	5,21
12-Biceps femoris muscle-R	3,72	6,91
13-Tibialis anterior muscle-R	-2,21	4,23
14-Peroneus longus muscle-R	0,68	-4,3
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	1,84	-3,36
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	2,75	-5,83

1. interval aktivity -Proband II., vnější nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-1,99	1,81
3-Rectus abdominis muscle-L	0,79	2,03
4-Rectus abdominis muscle-R	-2,43	-0,08
5-Gluteus medius muscle-R	1,91	4,89
6-Gluteus maximus muscle-R	4,27	-5,38
7-Tensor fasciae latae-R	2,43	6,13
8-Adductor muscle-R	-0,39	-1,65
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	3,1	-3,54
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	2,69	-0,92
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	2,9	5,11
12-Biceps femoris muscle-R	2,32	5,86
13-Tibialis anterior muscle-R	-1,61	0,94
14-Peroneus longus muscle-R	0,76	-6,12
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	58,57	-4,18
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	2,97	7,07

c) Proband č. III.

1. interval aktivity - Proband III., přímý nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-6,4611	0,7462
3-Rectus abdominis muscle-L	-0,9324	5,583
4-Rectus abdominis muscle-R	-1,3981	-1,7781
5-Gluteus medius muscle-R	-11,876	-15,5852
6-Gluteus maximus muscle-R	5,2309	-18,0141
7-Tensor fasciae latae-R	3,0643	-15,776
8-Adductor muscle-R	-5,1649	42,122
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	2,1583	2,9176
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	4,506	43,5158
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	4,5353	8,8813
12-Biceps femoris muscle-R	5,2799	-11,323
13-Tibialis anterior muscle-R	0,1091	2,6531
14-Peroneus longus muscle-R	0,3885	-15,1844
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	-11,65	-13,6022
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-14,548	-16,1522

1. interval aktivity - Proband III., vnitřní nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-4,7	-4,06
3-Rectus abdominis muscle-L	-0,51	0,54
4-Rectus abdominis muscle-R	-0,8	-5,3
5-Gluteus medius muscle-R	-8,68	-19,39
6-Gluteus maximus muscle-R	5,38	-19,06
7-Tensor fasciae latae-R	3,65	2,52
8-Adductor muscle-R	0,74	-1,99
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	1,81	2,82
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	7,79	3,16
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	3,13	4,29
12-Biceps femoris muscle-R	5,48	6,67
13-Tibialis anterior muscle-R	0,43	-2,28
14-Peroneus longus muscle-R	0,34	-19,48
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	-8,17	-17,08
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-11,32	-20,38

1. interval aktivity - Proband III., vnější nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-3,28	-1,3
3-Rectus abdominis muscle-L	0,24	0,96
4-Rectus abdominis muscle-R	-0,34	1,1
5-Gluteus medius muscle-R	-10,04	-17,64
6-Gluteus maximus muscle-R	-9,35	-19,99
7-Tensor fasciae latae-R	3,25	6,98
8-Adductor muscle-R	1,75	0,67
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	1,67	6,03
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	4,4	36,03
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	3,02	6,45
12-Biceps femoris muscle-R	5,25	8,92
13-Tibialis anterior muscle-R	-0,72	59,52
14-Peroneus longus muscle-R	-8,83	-16,49
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	-9,39	-16,98
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-10,35	-18,9422

d) Proband č. IV.

1. interval aktivity - Proband IV., přímý nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-10,70	1,74
3-Rectus abdominis muscle-L	-3,38	5,56
4-Rectus abdominis muscle-R	-4,78	5,04
5-Gluteus medius muscle-R	-16,23	-6,24
6-Gluteus maximus muscle-R	-15,61	-5,82
7-Tensor fasciae latae-R	-16,84	-5,48
8-Adductor muscle-R	-9,70	-3,62
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	-17,08	-5,73
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	-1,08	12,73
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	0,63	-5,91
12-Biceps femoris muscle-R	-18,49	-7,33
13-Tibialis anterior muscle-R	-2,06	59,71
14-Peroneus longus muscle-R	-14,05	-5,34
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	-18,80	-4,47
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-17,83	-5,35

1. interval aktivity -Proband IV., vnitřní nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	-1,08	-5,92
3-Rectus abdominis muscle-L	6,78	-1,08
4-Rectus abdominis muscle-R	3,22	-3,45
5-Gluteus medius muscle-R	14,79	-12,05
6-Gluteus maximus muscle-R	-3,88	-14,30
7-Tensor fasciae latae-R	-4,30	-13,95
8-Adductor muscle-R	-0,98	1,57
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	-4,31	-14,00
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	6,72	-0,25
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	-4,09	-14,44
12-Biceps femoris muscle-R	-4,42	-17,01
13-Tibialis anterior muscle-R	7,30	20,73
14-Peroneus longus muscle-R	-5,25	-9,88
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	-2,78	8,26
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-5,78	-10,00

1. interval aktivity -Proband IV., vnější nárt		
	mič	expandér
1-External abdominal oblique muscle-L	0	0
2-External abdominal oblique muscle-R	2,64	-4,49
3-Rectus abdominis muscle-L	7,74	2,06
4-Rectus abdominis muscle-R	8,40	1,83
5-Gluteus medius muscle-R	0,91	-14,17
6-Gluteus maximus muscle-R	-1,66	-13,95
7-Tensor fasciae latae-R	11,05	-12,34
8-Adductor muscle-R	4,35	-6,35
9-Quadriceps femoris muscle - vastus medialis-R	10,77	-12,48
10-Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris-R	-1,11	3,56
11-Quadriceps femoris muscle - vastus lateralis-R	10,99	-12,78
12-Biceps femoris muscle-R	-1,20	-12,34
13-Tibialis anterior muscle-R	4,80	21,67
14-Peroneus longus muscle-R	1,68	-8,66
15-Gastrocnemius muscle - lateral part-R	2,47	2,32
16-Gastrocnemius muscle - medial part-R	-1,70	-8,20