KOMPARACE TIMINGU VYBRANÝCH SVALŮ PARTICIPUJÍCÍCH NA VÝPADU U SKUPINY ELITNÍCH ŠERMÍŘŮ A ŠERMÍŘŮ NIŽŠÍ VÝKONNOSTNÍ ÚROVNĚ

KOMPARISON OF THE TIMING OF CHOOSSED MUSCLES PARTICIPATING ON THE FENCING LUNGE IN ELITE FENCERS AND FENCERS OF LOWER PERFORMANCE LEVEL

Š. Balkó¹, M. Jelínek², I. Kratochvílová³, H. Týnková⁴, & J. Hendl⁵

¹Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy a sportu

²Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, fakulta zdravotnických studií, laboratoř pro studium pohybu

³Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy a sportu

⁴Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy a sportu

⁵Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, katedra základů kinantropologie a humanitních věd

ABSTRACT

The purpose of the present study was comparison of muscle coordination and timing of muscles participating in the fencing lunge between the group of elite fencers and fencers of lower performance level. The participants were formed by members of Czech fencing representatives who are engaged in this discipline an average of 13,8 years and fencers of lower performance level who are in this event an average of 3,8 years. Due to long training process of elite fencers we anticipated coherence in movement pattern during realization of this motor task. The visual stimulation for the initiation of fencing lunge was used Fitrosword equipment. After lit red LED should fencers hit the target as quickly as possible. For monitoring of the electrical activity of muscles (EMG) was used ME6000 equipment. By this study we found differences in the timing of involvement observed muscles between two groups of fencers.

Keywords: lunge; fencing; movement pattern

SOUHRN

Cílem předložené studie byla komparace svalové koordinace a timingu svalů participujících na výpadu u skupiny elitních šermířů a šermířů nižší výkonnostní úrovně. Výzkumný soubor tvořili reprezentanti ČR ve sportovním šermu, kteří se věnují této sportovní disciplíně průměrně 13,8 roků a šermíři nižší výkonnostní úrovně, kteří se věnují šermu průměrně 3,8 roků. Vzhledem k dlouholetému tréninkovému procesu elitních šermířů jsme předpokládali ucelenost pohybového vzorce při provádění tohoto pohybového úkolu. K vizuální stimulaci pro zahájení výpadu bylo využito zařízení Fitrosword. V případě rozsvícení červené LED diody měli šermíři zasáhnout co nejrychleji zásahový terč. Pro sledování elektrické aktivity svalů (EMG) bylo využito systému ME6000. Šetřením jsme zjistili výrazné rozdíly v timingu zapojení sledovaných svalů mezi oběma skupinami šermířů.

Klíčová slova: výpad; šerm; pohybový vzorec

Úvod

Výpad v šermu je jednou z nejrychlejších a nejvíce využívaných činností v průběhu zápasu (CHERIS, 2002). Objasnění zákonitostí timingu v zapojení svalů participujících při výpadu může vést k vytvoření systematického tréninkového postupu, který bude mít za následek efektivnější provedení tohoto pohybového úkolu. V průběhu racionálního tréninkového procesu dochází k vy-

tváření a upevňování pohybového vzorce, který byl vzhledem ke konkrétnímu pohybu uplatňován. Vzhledem k absenci studií týkajících se sportovního šermu jsme odkázáni pouze na studie ze zahraničí (WILLIAMS & WALMSLEY, 2000, BORYSIUK, 2008, BORYSIUK & WASKIEWICZ).

Volní pohyb vzniká reakcí na zevní nebo vnitřní podněty. Podnětem pro pohyb je impuls, který je zdrojem emočního napětí. Tento podnět pak

vyvolává konkrétní pohybovou odezvu. Při volném pohybu motivovaném zevním podnětem se cíl pohybové aktivity určuje vědomě individuálním rozhodnutím, ovlivněným předchozími zkušenostmi a současným stavem zevního i vnitřního prostředí. Opakované situace vedou k vytvoření specifického účelového pohybového programu. Paměťovou funkci nezbytnou pro vytváření potřebných pohybových vzorů má mozková kůra (VĚLE, 2006). Je obecně známo, že zkušenější sportovci či jiné subjekty, které se věnují provozované činnosti delší dobu, disponují lepší analýzou informací z okolního prostředí. Pohybové projevy těchto zkušených sportovců jsou pak více efektivní než u začátečníků (SHMIDT, 2008).

Využitím EMG analýzy výpadu ke zjištění doby odpovědi a svalové koordinace, zjistil WILLIAMS a WALMSLEY (2000a) u skupiny 3 elitních a 3 šermířů nižší výkonnostní úroveň rozdíly v době zahájení svalové aktivity. Elitní šermíři měli významně rychlejší zahájení činnosti u pěti ze šesti měřených svalů. EMG analýza odhalila vysokou shodu svalové koordinace vybraných svalů v obou skupinách šermířů. Tento výsledek je pravděpodobně dán vysokou výkonnostní úrovní obou testovaných skupin. Reakční čas a celková doba odpovědi byly rychlejší u elitních šermířů než u šermířů nižší výkonnostní úrovně.

WILLIAMS a WALMSLEY (2000b) provedli později měření u stejných skupin testovaných osob, využili však rozdílný postup: byly využity jiné podněty pro zasažení jednoho ze tří terčů. Výsledky potvrdily závěry předchozí studie, ovšem v preferované pohybové vzdálenosti měli šermíři nižší výkonnostní úroveň o 18 % rychlejší pohybový čas.

Dále tato studie odhalila, že reakční čas tvořil v průměru 40 % celkové doby odpovědi u elitních šermířů a 66 % u šermířů nižší výkonnostní úrovně. V celkové době odpovědi byli však rychlejší elitní šermíři. Pořadí při zapojení svalů mělo stejnou posloupnost jako v předchozí studii: 1. *m. rectus femoris* zadní dolní končetiny, 2. *m. deltoideus anterior* přední horní končetiny, 3. *m. biceps femoris* zadní dolní končetiny a 4. *m. triceps* přední horní končetiny. Stejně svaly přední dolní končetiny (*m. rectus femoris*) zahájily činnost později. LEE (1980) zjistil, že při jednostranné extenzi paže, prováděné ve stoje, předchází této extenzi aktivita některých svalů dolních končetin a že posloupnost svalové činnosti při opakovaných pokusech měla významnou shodu. Tyto výsledky také úzce souvisí se studií HARMENBERGA et al. (1991), že zkušenější šermíři zahajují výpad činností svalů přední horní končetiny před činností přední dolní končetiny. BORYSIUK (2008) při komparaci pokročilých a začínajících šermířů zjistil, že zkušenější šermíři vykazovali významně nižší hodnoty reakčního času, ale v hodnotách pohybového času nebyly zjištěny významné rozdíly mezi těmito skupinami šermířů. EMG analýzou bylo zjištěno, že zkušenější šermíři mají nižší svalové bioelektrické napětí než začátečníci u všech tří typů použité stimulace (taktilní, audiální, vizuální). Zkušenější šermíři měli rychlejší odpověď, která odpovídá vyšší ekonomičnosti bez vytváření nadbytečného bioelektrického napětí. V průběhu zápasu dochází podle CZAJKOWSKÉHO (2005) k situacím vyžadujícím prodloužení pohybových aktů, což může ovlivnit zažité pohybové vzorce šermířů a přesnost zásahu při provádění výpadu.

Tabulka 1. Timing a celková doba odpovědi organismu u elitních šermířů

Table 1. Timing and response time in elite fencers

EŠ	CDO [ms]	AS [ms]	% na CDO	Z-QFM [ms]	P-DA [ms]	P-QFM [ms]	Z-DM [ms]	1. - 4. [ms]
subjekt 1	902	506	56	289	165	354	237	189
subjekt 2	783	467	60	125	136	319	276	194
subjekt 3	702	380	54	153	124	287	228	163
subjekt 4	754	458	61	156	205	259	211	103
subjekt 5	984	485	54	190	177	328	240	151
subjekt 6	827	456	55	256	177	279	261	102
Průměr	825	459	57	195	164	304	242	140
SD	103,1	42,9		64,4	29,7	35,3	23,3	40,3

EŠ=elitní šermíři/elite fencers, CDO=celková doba odpovědi/response time, AS = okamžik aktivace posledního svalu/involvement of the last one muscle, Z-QFM=*m. quadriceps femoris-m. rectus femoris* (zadní dolní končetina/backlower limb), P-DA=*m. deltoideus anterior* (přední horní končetina/front upper limb), P-QFM=*m. quadriceps femoris-m. rectus femoris* (přední dolní končetina/front lower limb), Z-DM=*m. deltoideus medialis* (zadní horní končetina/backupper limb), 1.-4.=rozdíl mezi aktivací prvního a posledního svalu/difference between involvement of first and last one muscle, Průměr=average, SD=směrodatná odchylka/standard deviation, subjekt=subject

Tabulka 2. Timing a celková doba odpovědi organismu u neelitních šermířů
Table 2. Timing and response time in non elitefencers

NŠ	CDO [ms]	AS [ms]	% na CDO	Z-QFM [ms]	P-DA [ms]	P-QFM [ms]	Z-DM [ms]	1. - 4. [ms]
subjekt 1	623	403	65	137	186	185	179	49
subjekt 2	748	404	54	202	280	262	268	78
subjekt 3	714	422	59	163	283	204	239	120
subjekt 4	821	436	53	185	253	201	213	68
subjekt 5	820	447	54	152	261	194	228	109
Průměr	745	422	57	168	253	209	225	85
SD	82,5	19,4		25,9	39,3	30,4	32,8	29,3

NŠ=neelitní šermíři/non elite fencers, CDO=celková doba odpovědi/response time, AS=okamžik aktivace posledního svalu/involvement of the last one muscle, Z-QFM=m. quadriceps femoris-m.rectus femoris (zadní dolní končetina/backlower limb), P-DA=m.deltoideus anterior (přední horní končetina/front upper limb), P-QFM=m.quadriceps femoris- m. rectus femoris (přední dolní končetina/front lower limb), Z-DM=m.deltoideus medialis (zadní horní končetina/back upper limb), 1.-4.=rozdíl mezi aktivací prvního a posledního svalu/difference between involvement of first and last one muscle, Průměr=average, SD=směrodatná odchylka/standard deviation, subjekt=subject

Kromě antropometrických ukazatelů (výška postavy, rozpětí paží, délka nohou, flexibilita) a svalové síly je pro výkonnost v šermu důležitá úroveň svalového napětí a svalová koordinace jednotlivých segmentů těla, které ovlivňují specifické pohybové dovednosti šermíře (BARTH & BECK, 2007). Správné provedení výpadu umožňuje zasáhnout soupeře velice rychle a je zároveň nejvíce užívanou činností pro útok (CHERIS, 2002). Výpad je pravděpodobně nejdůležitější dovedností v šermu. Se správným a úspěšným provedením výpadu částečně souvisí síla svalů dominantní i nedominantní dolní končetiny (NYSTRÖM et al., 1990).

Metodika

Výzkumný soubor byl tvořen šesti elitními šermíři, kteří patří do 1. výkonnostní třídy podle aktuálního žebříčku seriálu poháru Mistrovství ČR. Tato výkonnostní třída je tvořena šermíři, kteří se umístili v průběhu aktuální sezóny do 10% z celkového počtu soutěžících. Druhou skupinu tvořilo pět subjektů, které spadají do 2. a 3. výkonnostní třídy (umístění do dalších 50% v rámci aktuálního žebříčku). Tyto subjekty jsou v naší studii označovány jako neelitní šermíři. Doba aktivního tréninku u první skupiny šermířů činila 13,8 roku a u druhé skupiny 3,8 roku.

Pro zjišťování úrovně celkové doby odpovědi jsme použili zařízení Fitrosword, které obsahovalo zásahový terč, nad kterým byly umístěny tři různě barevné LED diody. V našem případě jsme využili pouze aktivaci červeného světla pro přímý bod. Pro toto zařízení byl vyvinut software SWORD, který umožňuje upravovat protokol výskytu podnětu od 0 do 6000 ms. V naší studii byl pro všechny subjekty

nastaven totožný protokol s 12 pokusy a intervalem výskytu podnětu od 550 do 2500 ms. Iniciátorem pro zahájení výpadu byla vizuální stimulace červenou LED diodou, která byla 5 cm od horního okraje zásahového terče. Celková doba odpovědi byla určena jako čas od rozsvícení světla po zasažení terče. Tento čas zahrnoval reakční i realizační (pohybový) čas. Reakční čas byl měřen od rozsvícení světla po první svalovou kontrakci paže, ve které byla zbraň šermíře (kord). Číska kordu byla vždy umístěna na vysoce citlivé (vodivé) vodorovné překážce. Od opuštění vodorovné překážky číškou kordu po zasažení terče byl měřen realizační (pohybový) čas.

Pohybová vzdálenost testované osoby vzhledem k terči byla určena dle metodiky WILLIAMSE a WALMSLEYE (2000), kteří výšku subjektu vynásobili koeficientem 1,5. Výsledná hodnota pak určovala vzdálenost od nejbližší části chodidla zadní dolní končetiny (odrazová noha) po svislou osu procházející zásahovým terčem směrem k podložce. Šermíři byli před vizuální stimulací ve střehové pozici, ze které byl proveden výpad po rozsvícení červené LED diody. Zásahový terč byl umístěn na žebříny se středem ve výšce mečovitého výběžku hrudní kosti při vzpřímeném postoji testované osoby.

Svalovou aktivitu jsme měřili prostřednictvím telemetrického EMG zařízení ME6000 s možností využití 16 kanálů. Povrchové elektrody jsme aplikovali na břiška vybraných svalů. Sběrné mobilní zařízení bylo umístěno v oblasti pasu testované osoby, což umožňovalo provedení výpadu bez omezení rozsahu pohybu. Aktuálně měřená data byla přenášena přes WLAN (pomocí wi-fi karty) přímo do PC a umožnilo tak sledovat

svalovou aktivitu v průběhu provádění výpadu bez nutnosti kabelového propojení. Získaná data byla zpracována v software MegaWin. V místě aplikace elektrod došlo k oholení a následnému použití odmašťovací kapaliny. Každá testovaná osoba prováděla výpad pouze v krátkých šortkách, aby nedošlo k odlepení elektrod.

Před zahájením měření došlo k aktivaci organismu subjektů individuálním rozcvičením a zahřátím. Dále měli k dispozici pět zkušebních pokusů. Před každým měřením byly subjekty instruovány o nutnosti provést výpad v maximální možné rychlosti.

Aplikaci elektrod jsme provedli na stranu výpadové a odrazové strany. Blíže k terči je výpadová strana a vzdálenější od terče je strana odrazová. Na výpadové straně jsme sledovali aktivitu svalu *m. quadriceps femoris* – *m. rectus femoris* a *m. deltoideus pars anterior*. Na odrazové straně jsme elektrody aplikovali na *m. quadriceps femoris* – *m. rectus femoris* a *m. deltoideus pars medialis*. Oba svaly na dolních končetinách provádí extenzi kolenního kloubu. Vzhledem ke specifčnosti provádění výpadu, kdy je šermíř vzhledem k terči bočním postavením, dochází k odlišné práci a směru pohybu horních končetin. Vzhledem k této skutečnosti jsme zvolili aplikaci elektrod na odlišné části deltového svalu na výpadové a odrazové straně (bližší či vzdálenější vzhledem k terči). Dolní končetina blíže zásahovému terči (výpadová) byla označena jako přední dolní končetina a dolní končetina vzdálenější od terče byla označena jako zadní dolní končetina. Stejně označení proběhlo i u horních končetin.

Aktivaci vybraných svalů jsme určili na 15% jejich maximální registrované aktivity v průběhu hodnocené fáze. Tato fáze byla hodnocena od okamžiku (markeru), který souvisel s rozsvícením červené LED diody po aktivaci posledního z vybraných čtyř sledovaných svalů.

Tento výzkum je realizován za podpory specifického výzkumu IGA UJEP Ústí nad Labem pod názvem Kinematická a kvalitativní analýza pohybových dovedností ve sportovním šermu.

Výsledky

V předložené studii jsme sledovali hodnoty elektrické aktivity vybraných čtyř svalů participujících na výpadu. Cílem předložené studie bylo odhalit rozdíly v timingu svalů a svalové koordinaci, které se na tomto pohybu participují, u dvou kvalitativně odlišných skupin šermířů. Úkolem každého subjektu bylo provést 12 výpadů v maximální možné rychlosti. Tyto hodnoty byly zpracovány v softwaru SWORD a MegaWin. Rozbor každého záznamu elektrické aktivity byl hodnocen od markeru, který souvisel s rozsvícením červené LED diody až po aktivaci posledního ze sledovaných svalů. Pro zjištění výsledných hodnot byl z 12 interindividuálních pokusů vypočítán aritmetický průměr zapojení každého svalu při dosažení 15% jeho maximální registrované aktivity.

Z tabulky č. 1 je patrné, že průměrná doba celkové doby odpovědi (od vizuální stimulace po zásah terče) činila u elitních šermířů 825 ms. Všechny čtyři sledované svaly dosáhly 15% hranice maximální registrované aktivity v průměru do 459 ms, což představovalo 57% z celkové doby odpovědi. Nejrychlejší aktivaci na požadovanou úroveň měl v rámci skupiny elitních šermířů *m. deltoideus anterior* horní končetiny, kde měly subjekty zbraň (164 ms). Průměrně druhý nejkratší čas (195 ms) pro aktivaci měl *m. quadriceps femoris* – *m. rectus femoris* zadní dolní končetiny, který byl aktivován o 31 ms později. Dále byl aktivován *m. deltoideus medialis* zadní horní končetiny (o 47 ms později). Posledním zapojeným svaem u skupiny elitních šermířů byl *m. quadriceps femoris* – *m. rectus femoris* přední dolní končetiny, která provádí rychlé vykývnutí bérce směrem k zásahovému terči. Rozdíl mezi aktivací posledního a prvního sledovaného svalu činil v průměru 140 ms.

V tabulce č. 2 můžeme vidět, že průměrná doba celkové doby odpovědi činila u neelitních šermířů 745 ms, což bylo o 80 ms méně než v případě elitních šermířů. Sledované svaly dosáhly 15% hranice maximální registrované aktivity v průměru do 422 ms, což představovalo 57% z celkové doby odpovědi. Tato hodnota byla z procentuálního

Tabulka 3. Pořadí aktivace svalů u elitních šermířů
Table 3. The order of muscle involvement in elite fencers

EŠ	1.místo/1st place	2. místo/2nd place	3. místo/3rd place	4. místo/4th place
Z-QFM	2	3	1	0
P-DA	4	2	0	0
P-QFM	0	0	0	6
Z-DM	0	1	5	0

EŠ=elitní šermíři/elite fencers, Z-QFM=*m. quadriceps femoris*-*m. rectus femoris* (zadní dolní končetina/backlower limb), P-DA=*m. deltoideus anterior* (přední horní končetina/front upper limb), P-QFM=*m. quadriceps femoris*-*m. rectus femoris* (přední dolní končetina/front lower limb), Z-DM=*m. deltoideus medialis* (zadní horní končetina/backupper limb)

Tabulka 4. Pořadí aktivace svalů u neelitních šermířů
Table 4. The order of muscle involvement in non elite fencers

NŠ	1.místo/1st place	2. místo/2nd place	3. místo/3rd place	4. místo/4th place
Z-QFM	5	0	0	0
P-DA	0	0	0	5
P-QFM	0	4	1	0
Z-DM	0	1	4	0

NŠ=neelitní šermíři/non elite fencers, Z-QFM=m. quadriceps femoris-m.rectus femoris (zadní dolní končetina/backlower limb), P-DA=m.deltoideus anterior (přední horní končetina/front upper limb), P-QFM=m. quadriceps femoris-m. rectus femoris (přední dolní končetina/front lower limb), Z-DM=m. deltoideus medialis (zadní horní končetina/backupper limb)

hlediska vzhledem k celkové době odpovědi totožná jako u elitních šermířů. Nejrychlejší průměrný nástup aktivace měl *m.quadriceps femoris – m.rectus femoris* zadní dolní končetiny. Vzhledem k průměrným hodnotám skupiny neelitních šermířů byl následně aktivován *m.quadriceps femoris – m. rectus femoris* přední dolní končetiny o 41 ms později. Nečekaně byl u této skupiny *m. deltoideus medialis* zadní horní končetiny v rámci průměrných časů (o 16 ms) třetím aktivovaným svaem. Nejpomaleji (o dalších 28 ms) byl aktivován *m.deltoideus anterior* přední horní končetiny. Rozdíl mezi aktivací posledního a prvního sledovaného svalu činil v průměru 85 ms, což bylo o 55 ms méně než u skupiny elitních šermířů.

Z tabulky č. 3 je patrné, že čtyři z šesti elitních šermířů zapojilo jako první *m.deltoideus anterior*. Dva z této skupiny pak na prvním místě zapojili *m.quadriceps femoris – m. rectus femoris* zadní dolní končetiny (v průměru o 21 ms rychleji než *m. deltoideus anterior*). Jako poslední byl na stanovené úrovni aktivován *m. quadriceps femoris – m. rectus femoris* přední – výpadové dolní končetiny.

Pořadí aktivace svalů neelitních šermířů při provádění výpadu prezentuje tabulka č. 4. Na prvním místě byl ve všech případech neelitních šermířů aktivován na stanovené úrovni *m. quadriceps femoris – m. rectus femoris* zadní dolní končetiny. U čtyř z pěti neelitních šermířů byl aktivován na druhém místě *m.quadriceps femoris – m. rectus femoris* přední dolní končetina. Zajímavé bylo zjištění, že na třetím místě byl aktivován ve čtyřech případech *m. deltoideus medialis* zadní horní končetiny. Jako poslední byl u všech subjektů této výkonnostní kategorie aktivován *m. deltoideus anterior* přední horní končetiny.

Diskuse

Tréninkový proces ve sportovním šermu klade velký důraz na primární zahájení jakékoli útočné činnosti extenzí v loketním kloubu a následnou práci dolních končetin. Tímto postupem dochází k určité eliminaci možného kontaktu soupeřovi

zbraně se zásahovou plochou šermíře, který provádí útočnou akci. Pokud by činnost horní končetiny, ve které je zbraň, byla zahájena až po viditelné činnosti přední nebo zadní dolní končetiny, může dojít k odhalení útočného záměru a následnému nezdaru při pokusu o zasažení soupeře.

Při šermířské škole s trenérem dochází v průběhu tréninku k neustálé zpětné vazbě o správnosti provádění požadovaných pohybových úkolů, kdy má být akce zahájena činností přední horní končetiny. Výsledky našeho šetření tedy nepochybně souvisí s motorickým učením, zkušeností a pohybovými vzorci uplatňovanými při výpadu v průběhu dlouholetého tréninku.

V naší studii jsme zjistili, že neelitní šermíři mají o 80 ms kratší celkovou dobu odpovědi. Delší dobu potřebnou pro výpad u elitních šermířů připisujeme racionálnímu timingu zapojených svalů, který vychází z mnohaletého tréninku a zkušeností. Elitní šermíři po vizuální stimulaci zahájili výpad činností svalu *m.deltoideus anterior* přední horní končetiny. Následně byl aktivován *m.quadriceps femoris – m. rectus femoris* zadní dolní končetiny, *m. deltoideus medialis* zadní horní končetiny a jako poslední *m. quadriceps femoris – m. rectus femoris* přední dolní končetiny. Tento timing aktivace sledovaných svalů se v tréninkové praxi zdá být neoptimálnější.

U skupiny neelitních šermířů byl jako první aktivován *m. quadriceps femoris – m. rectus femoris* zadní dolní končetiny. Jako druhý byl aktivován *m. quadriceps femoris – m. rectus femoris* přední dolní končetiny. Dále byl zapojen *m. deltoideus medialis* zadní horní končetiny a jako poslední byl aktivován *m. deltoideus anterior* přední horní končetiny. Z těchto výsledků můžeme odvodit, že neelitní šermíři by v průběhu potenciálního zápasu odhalili svůj rychlý útok činností přední dolní končetiny. Tuto chybu můžeme označit jako „předběhnutí nohou“, které není ve sportovním šermu žádoucí. Nečekaně byl na třetím místě zapojen sval zadní horní končetiny. Jako poslední byla registrována aktivace přední horní končetiny, což může být považováno za hrubou chybu v provedení celého výpadu. Neelitní šermíři

zapojili všechny sledované svaly průměrně o 55 ms rychleji než skupina elitních šermířů. Z tohoto výsledku můžeme usuzovat na efektivitu rozložení timingu aktivovaných svalů u elitních šermířů při celkově pomalejší aktivaci vybraných svalů.

Naše výsledky nepotvrdily zcela výsledky studie WILLIAMSE a WALMSLEYE (2000), kde byl výpad u elitních šermířů zahájen činností svalu *m. rectus femoris* zadní dolní končetiny a následnou činností svalu *m. deltoideus anterior* přední horní končetiny. Můžeme však souhlasit se závěry studie HARMENBERGA et al. (1991), že zkušenější šermíři zahajují výpad činností svalů přední horní končetiny před činností přední dolní končetiny.

Literatura

- Barth, B., & Beck, E. (2007). *The complete guide to fencing*. Oxford: Meyer and Meyer.
- Borysiuk, Z. (2008). The significance of sensorimotor response components and EMG signals depending on stimuli type in fencing. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica.*, 38(1), 43-52.
- Borysiuk, Z., & Waskiewicz, Z. (2008). Information processes, stimulation and perceptual training in fencing. *Journal of Human Kinetics*, 19, 63-82.
- Czajkowski, Z. (2005). *Understanding Fencing: the Unity and Practise*. Staten Island, NY: SKA Swordplay Books.
- Harmenberg, J., Ceci, R., Barvestad, P., Hjerpe, K., & Nyström, J. (1991). Comparison of different tests of fencing performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12(6), 573-576.
- Cheris, E. (2002). *Fencing. Step to Success*. Champaign: Human Kinetics.
- Lee, W., A. (1980). Anticipatory control of postural and task muscles during rapid arm flexion. *Journal of Motor Behavior*, 12, 185-196.
- Nyström, J., Lindvall, O., Ceci, R., Harmenberg, J., Swedenhag, J. & Ekblom, B. (1990). Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *International Journal of Sports Medicine*, 11(2), 136-139.
- Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor learning and performance: a situation – based learning approach*. Champaign: Human Kinetics.
- Věle, F. (2006). *Kineziologie, přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd., Praha: Triton.
- Williams, L., R., T. & Walmsley, A. (2000a). Response amendment in fencing: differences between elite and novice subjects. *Perceptual and Motor Skills*, 91, 131-142.
- Williams, L., R., T. & Walmsley, A. (2000b). Response timing and muscular coordination in fencing: A comparison of elite and novice fencers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3 (4), 460-475.

Mgr. Štefan Balkó

Katedra tělesné výchovy a sportu, PF, UJEP

České mládeže 8

400 96 Ústí nad Labem

stefan.balko@ujep.cz