

## SROVNÁNÍ SOFTBALLOVÉHO NADHOZU A HODU DISKEM S VYBRANÝMI POSILOVACÍMI CVIKY POMOCÍ POVRCHOVÉ ELEKTROMYOGRAFIE

### COMPARISON OF SOFTBALL WINDMILL PITCH AND DISCUSS THROW WITH SELECTED STRENGTHENING EXERCISES BY USING THE SURFACE ELECTROMYOGRAPHY

P. Pravečková,<sup>1</sup> P. Fořterová,<sup>2</sup> V. Süß<sup>1</sup>, & M. Malý<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportovních her

<sup>2</sup>Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportů v přírodě

<sup>3</sup>Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu

---

#### Abstract

Aim of the article is describe muscle activation of target kinetic chain in softball windmill throw, stand discuss throw and selected strengthening exercises (hang clean and hang snatch) by using the EMG and based on the EMG graph reveal differences or similarities of muscle activation in selected exercises. We used two methods for describe and analyze of selected exercises. For external describe of movement we used kinematic analysis (2D) and for muscle activation EMG. Monitoring was assured by 2 cameras located upright on performed movement. Dartfish was used to evaluate all kinematic values. There was found similar local muscle extremities and maximal muscle activities between stance discuss throw and softball windmill pitch. Muscle activity measured in the forearm area was found to be consistent in all measured exercises, and muscles of maximum free contractions (MVCs) reached their dynamic phases.

**Keywords:** softball; pitching; discuss throw; snatch; clean; EMG; kinematic analysis

#### Souhrn

Cílem příspěvku je popsat zapojení svalů vybraného svalového řetězce při hodu spodním vzorcem (softballový nadhoz), při hodu diskem a při vybraných posilovacích cvicích (přemístění z visu, trh z visu) pomocí povrchové elektromyografie a na základě popisu křivky EMG ukázat rozdílné (podobné) zapojení v jednotlivých cvičeních. Pro popis a analýzu vybraných cvičení jsme použili dvě metody. K vnějšímu popisu pohybu jsme využili kinematickou analýzu (2D) a k popisu činnosti (aktivity) vybraných svalů povrchovou elektromyografií (EMG). Snímání bylo zajištěno 2 kamerami umístěnými kolmo na prováděný pohyb (prostor). K vyhodnocení kinematických veličin byl použit program Dartfish. Při hodu diskem z místa jsou v závěrečné fázi podobné lokální svalové extrémy a jejich maximální hodnoty jako u nadhozu. V měřených svaích v oblasti předloktí byla nalezena souvislá svalová aktivita u všech měřených cvičení a u jejich dynamických fází dosahovaly svaly hodnot maximálních volných kontrakcí (MVC).

**Klíčová slova:** softball; nadhazování; hod diskem; trh; přemístění; EMG; kinematická analýza

---

#### Úvod

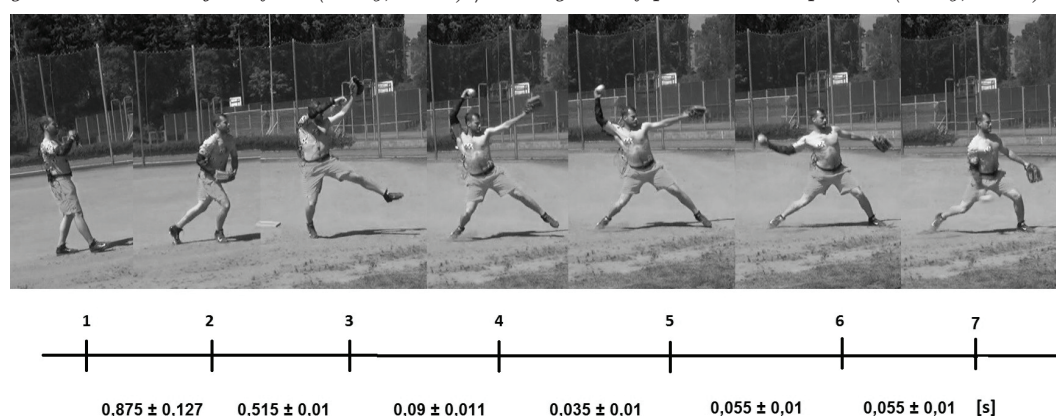
Klíčovými požadavky na provedení softballového nadhozu jsou přesnost a správná technika. Rychlost je také podstatná, nicméně být úspěšný nadhazovač v dnešní době znamená udržet kvalitní techniku pohybu (Garman & Gromacki, 2011). Důležitost techniky popisuje Kirk (2007), který tvrdí, že softballový nadhazovač je schopný efektivně odházet několik zápasů během několika dní v řadě. U softballu, tak jako u většiny sportů, jsou somatické předpoklady velmi důležité, toto platí dvojnásob u nadhazovačů. Somatotypem je možné nadhazovače přirovnat k vrhačům v atletice. Lze předpokládat

klíčové zastoupení rychlých svalových vláken v těle a převahu mezomorfních komponentů. U délkových rozměrů můžeme spíše přihlížet k délce jednotlivých segmentů, i když samotná výška je velkou výhodou. Pro nadhazovače je nejdůležitější tzv. síla explozivní (odraz na začátku nadhozu, švih paží v odhodové fázi). Pro nadhazovače a jeho samotný pohyb je nejdůležitější rychlost acyklická a to hlavně v otáčivém pohybu paže, kdy zrychluje až do samotného odhodu. Svou důležitost mají i vytrvalostní schopnosti, zápasy průměrně trvají 1,5 hodiny, ale není výjimkou, když se zápasy protahují o další směny a několikrát denně, i v průběhu několika dní (Malý, 2018). Popisem nadhozu a zvyšováním jeho efektivity se zabývali např. Maffet et al., 1997; Alderson & Elliot, 1999; Remaley et al., 2015; Oliver & Plummer, 2011. Nadhoz, respektive pohyb nadhazovače, lze rozdělit např. na základě pohybu nadhazovací paže do 6 fází (Maffet et al., 1997; Royas et al., 2009) – nápráh, „6” hodin, „3” hodiny, „12” hodin, „9” hodin, dokončení pohybu.

Pro naše účely (pravorukého nadhazovače) jsme zvolili následujících 8 kritických míst dle Süsse (2003): základní postavení (ZP), odraz levé nohy, dopad pravé nohy, top nápráh (paže „12” hodin), dopad levé nohy, paže „9” hodin, vypuštění míče (obrázek 1) a dokončení pohybu.

Obrázek 1./ Figure 1.

*Kinogram nadhozu a jeho fáze (Malý, 2018)./ Kinogram of pitch and its phases (Malý, 2018).*



Běžnou součástí silových a kondičních plánů jsou vzpěračské cviky. Je to převážně dáno biomechanickými podobnostmi ve značném množství sportovních pohybů a tím, kolik můžeme vyvinout síly s ohledem na kvalitu oproti jiným cvikům. Jedná se o trh a nadhoz, které jsou s velkou oblibou často využívány pro rozvoj explozivní síly sportovců a které vyžadují kombinaci maximální síly a rychlosti. Tato cvičení a jejich variace prokázaly, že je u nich využito obrovské množství síly v porovnání s ostatními silovými cviky, jako je např. dřep, mrtvý tah nebo dřep s výskokem. Faktem je, že izometrické přemístění z půlky stehen zaznamenalo více než  $3\times$  větší produkci fyzické síly (měřeno v  $N \cdot s^{-1}$ ) v porovnání s dřepem a mrtvým tahem (Hori, Newton, Nosaka & Stone, 2015; Hoffman, Cooper, Wendell & Kang, 2004; Stone, Byrd, Tew & Wood, 1980).

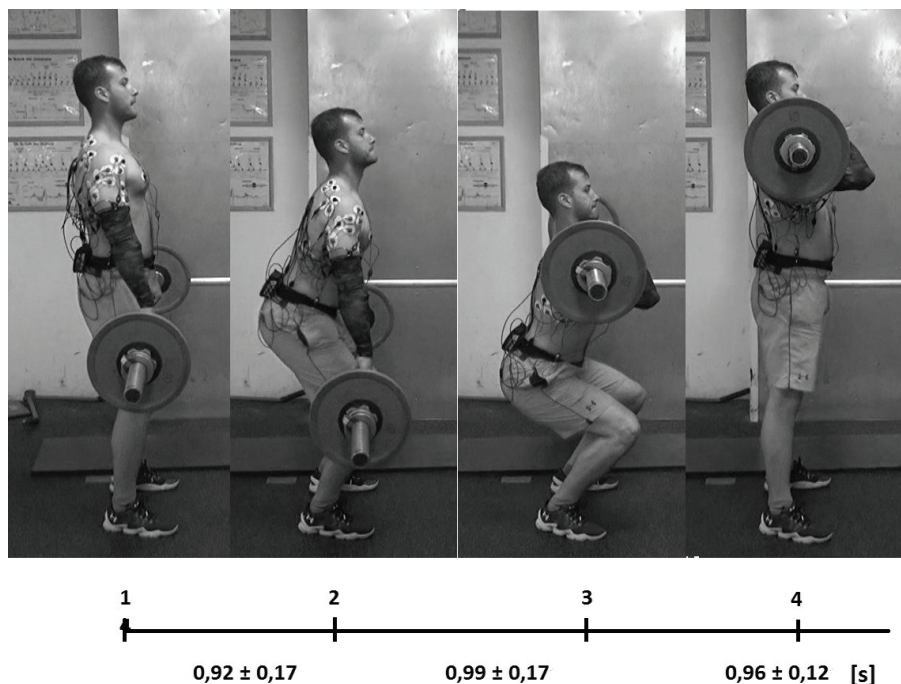
Přemístění a trh můžeme označit jako komplexní cviky, které využívají všech důležitých velkých i malých svalů těla a které patří mezi explozivní atletické zdvihy rozvíjející explozivní sílu důležitou pro nadhoz.

#### *Technika přemístění z visu*

U tohoto druhu přemístění zvedáme činku z místa stehů ve vzpřímené poloze těla. Zdvih činky začíná mírným pokrčením v kolenou a předkloněním, které pokračuje následným dynamickým prohnutím kolen, vyšvihnutím boků a pomocí záďových svalů a svalů pletence ramenního zvedneme činku mírným pohybem vpřed okolo boků a to vše se současným dopadem chodidel na paty. Narovnané tělo, shrbená ramena a pokrčené lokty ve vzpažení znamenají konec aktivního provedení cviku. Finální pozici poznáme podle činky položené na ramenou a klíčních kostech, narovnaného postoje s lokty lehce svěšenými pod osu činky (Malý, 2018).

Obrázek 2./ Figure 2.

*Kinogram přemístění a jeho fáze (Malý, 2018)./ Kinogram of clean and its phases (Malý, 2018).*

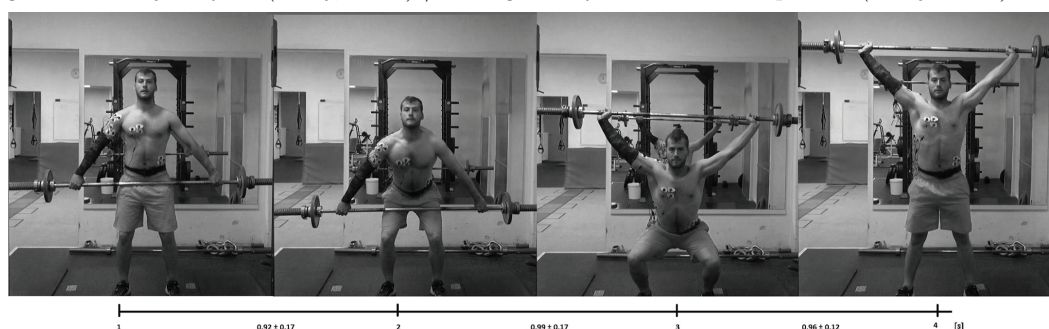


#### *Technika trhu*

V základním postavení by měla být chodidla od sebe vzdálená 15 až 30 cm, lehce vytočená směrem ven, činku držíme před tělem v širokém úchopu (větší než šíře ramen). Výchozí pozici je podřep s mírným předklonem trupu a rovnými zády, činka opřená o horní část steh. Pohyb je zahájen svalovou kontrakcí dolních končetin, kdy dochází k hlubokému podřepu se současným pohybem natažených paží s činkou do vzpažení. Pak dochází k napnutí dolních končetin a vzpřímení trupu. Trh končí zamknutím loktů a přetočením zápěstí nad hlavou (Malý, 2018).

Obrázek 3./ Figure 3.

*Kinogram trhu a jeho fáze (Malý, 2018)./ Kinogram of snatch and its phases (Malý, 2018).*



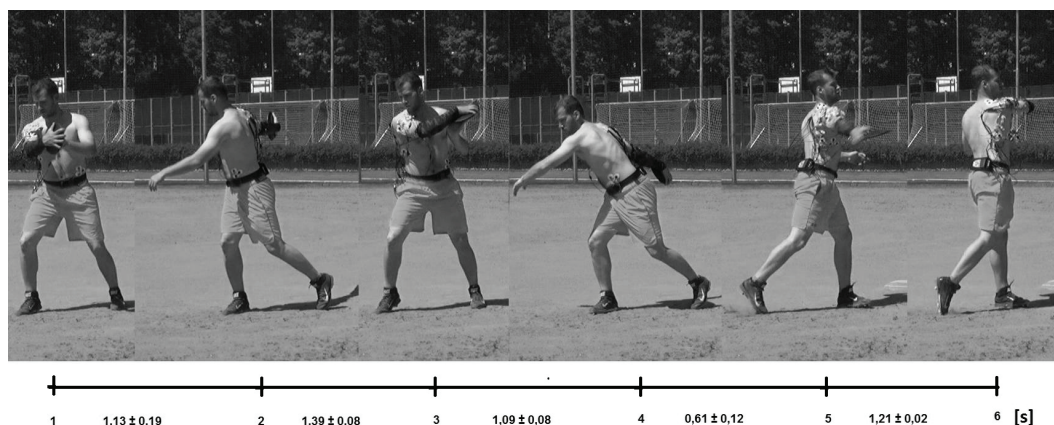
#### *Technika modifikovaného hodu diskem z místa*

Jedná se o rotační pohyb celého těla ze základního postavení (obrázek 4 – poloha 1) – širší stoj rozkročný, kolena mírně pokrčená, disk před tělem v pravé ruce. Pak provedeme cvičný švih diskem (obrázek 4 – poloha 2 a 3) – přenesením hmotnosti na pravou nohu se současným zášvihem pravé paže s diskem za tělo pokračujeme do základního postavení s diskem u pravého ramene (poloha 3). Opakujeme švih pravou paží za tělo (poloha 4). Pak následuje rotační pohyb boků a přenesení hmot-

nosti těla na levou dolní končetinu s opožděným švihem paže vpřed do místa vypuštění disku (poloha 5 a 6).

Obrázek 4./ Figure 4.

*Kinogram modifikovaného hodu diskem a jeho fáze (Malý, 2018)./ Kinogram of modified discus throw and its phases (Malý, 2018).*



## Metodika

### *Sledovaný soubor*

Sledovanou osobou je hráč extraligového týmu mužů a současně reprezentace ČR. Lze tedy říci, že pro výzkum jsme vybrali vrcholového hráče softballu. Proband disponuje vysokou mírou koordinace a pevnou fixací pohybového stereotypu jak při nadhozech, hodu diskem, tak i při vybraných posilovacích cvicích. Sledovali jsme pravorukého hráče ve věku 22 let (výška 180 cm, hmotnost 85 kg), nebyl omezen zraněním ani jakoukoli jinou indispozicí. Pohybové dovednosti probanda byly na velmi vysoké úrovni.

### *Design výzkumu*

Výzkum má charakter kazuistické studie popisného charakteru relativního načasování pohybu při softballových nadhozech, při hodu diskem a při vybraných posilovacích cvicích. Byly hodnoceny 3 pokusy, které probíhaly v rozmezí od 10 s do 20 s. Při jednotlivých cvicích, resp. hodech, bylo dbáno jak na techniku, tak i na co možná maximální úsilí v jejich provedení. Měření probíhalo v laboratoři doktorského studia UK FTVS (teplota 20°C, doba trvání 1 h), kde byly nalepeny elektrody a byl proveden test MVC, dále pak v posilovně UK FTVS (teplota 20°C, doba trvání 1 h) a na softballovém hřišti UK FTVS (teplota 25°C, doba trvání 1 h).

### *Charakteristika použitých metod a sledovaných proměnných*

Pro popis a analýzu vybraných hodů jsme použili dvě metody. K vnějšímu popisu pohybu jsme zvolili kinematickou analýzu (2D) a k popisu činnosti (aktivity) vybraných svalů povrchovou elektromyografií (EMG). Snímání bylo zajištěno 2 kamerami SONY HDR-CX450OB s frekvencí snímání 25 Hz, umístěnými kolmo na prováděný pohyb (prostor). K vyhodnocení kinematických veličin byl použit program Dartfish. Výzkum byl schválen etickou komisí UK FTVS.

Povrchová elektromyografie (EMG) byla snímána pomocí přístroje MEGAWIN 6000. Pro nalepení elektrod jsme použili doporučení NORAXON. Kůže byla před nalepením elektrod ošetřena čistým alkoholem pro zajištění reliability měření. Test maximální volní kontrakce (MVC) byl u sledovaných svalů proveden 3× s přestávkou mezi pokusy 2 minuty. Testy byly vybrány podle doporučení Věleho (2006) a provedeny zaškoleným fyzioterapeutem. Vyhodnocení výsledků bylo v programu Megawin 3.1. Pro porovnání intenzity zapojení svalů při nadhozu, hodu diskem a posilovacích cvicích jsme použili procentuální vyjádření intenzity pomocí MVC. Vzhledem ke skutečnosti, že jsme měření prováděli v průběhu 3 hodin a nedocházelo k přelepení elektrod, je možné toto porovnání uskutečnit (Clarys



& Cabri, 1993; De Luca, 1993). Dále jsme sledovali výskyt lokálních extrémů u jednotlivých svalů v jednotlivých cvičích.

#### *Sledované svaly*

Byl vyšetřován níže uvedený svalový řetězec s těmito svaly (vždy na levé i pravé straně). Svaly, jejichž činnosti jsme sledovali a měřili, byly vybrány na základě jejich funkce, jak je uvádí Čihák (2001), Janda (1996) a Véle (2006): *m. deltoideus (pars anterior clavicularis, pars scapularis, pars acromialis)*, *m. biceps brachii (caput longum)*, *m. triceps brachii (caput longum)*, *m. pectoralis major (pars sternocostalis)*, *m. serratus anterior*, *m. obliquus externus abdominis*, *m. trapezius*, *m. latissimus dorsi*, *m. carpi radialis* a *m. carpi ulnaris*.

#### **Výsledky a diskuze**

U jednotlivých cvičení popisujeme svalovou aktivitu pomocí výskytu lokálních extrémů (v jednotlivých fázích pohybu), které jsou doplněny procentuálními hodnotami maximální volní kontrakce (MVC) a kinematickými daty v tabulkách.

#### *Nadhoz*

Pro informaci o kritických místech pohybu a o jejich stabilitě uvádíme hodnoty v tabulce 1. Hodnoty koeficientu variace ukazují na stabilní provedení jednotlivých fází nadhozu s výjimkou dopadu levé nohy (34,64 %), což může být způsobeno rozdílem ve 3. pokusu. Tato fáze je ale extrémně krátká, průměr doby trvání 0,03s.

Tabulka 1./ Table 1.

*Kinematická data nadhozu./ Kinematic data of pitch.*

kritická místa	délka jednotlivých fází nadhozu [s]					
	1. pokus	2. pokus	3. pokus	průměr	SD	KV [%]
ZP	0	0	0			
odraz levé nohy	1,06	0,80	0,78	0,88	0,16	17,75
dopad pravé nohy	0,52	0,50	0,52	0,51	0,01	2,25
top náprah (12 h)	0,10	0,10	0,08	0,09	0,01	12,37
dopad levé nohy	0,04	0,04	0,02	0,03	0,01	34,64
paže 9 hod	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0
vypuštění míče	0,06	0,04	0,06	0,05	0,01	21,65
dokončení pohybu	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0

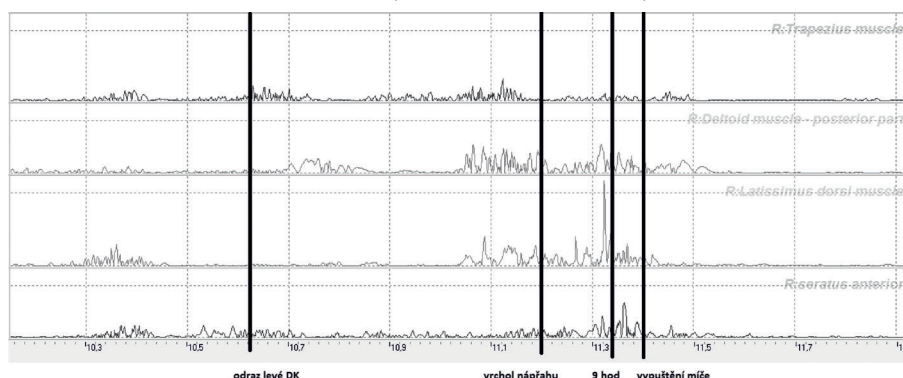
*Legenda.* ZP – základní postoj, SD – směrodatná odchylka, KV – koeficient variace

Jako příklad zapojení činnosti svalů (*m. trapezius*, *m. deltoideus pars scapularis*, *m. latissimus dorsi*, *m. serratus anterior*) uvádíme graf 1, pomocí kterého můžeme popsat relativní načasování. Další lokální extrémy ostatních svalů popisujeme dále v textu.

První lokální maxima začínají těsně po fázi odrazu levé dolní končetiny (0,88 s) ve svalu *m. obliquus externus abdominis*, a to 79,1 % MVC. Před fází vrcholu náprahu dosáhla maxima řada svalů od *m. deltoideus pars anterior clavicularis* (1,48 s) s největší naměřenou hodnotou ve skupině 77,1 % MVC, *m. trapezius* (1,48 s). Dále následoval samostatný *m. pectoralis major* (1,49 s) těsně po fázi vrcholu náprahu. Nejpočetnější skupinu tvoří svaly s maximální hodnotou těsně před fází „9 hodin“ (1,57 s) v pořadí od *m. latissimus dorsi* s maximem 221 % MVC, *m. deltoideus pars acromialis*, *m. triceps brachii* a *m. deltoideus pars scapularis*. Poslední skupinu svalů tvoří *m. serratus anterior* s maximem 412,3 % MVC, *m. carpi radialis* a *m. biceps brachii* s výskytem mezi fázemi „9 hodin“ a vypuštění (1,6 s). *M. carpi ulnaris* uzavírá výsledky s maximem 73 % MVC přesně ve fázi vypuštění (1,62 s). Všechny výsledky MVC uvádíme souhrnně v tabulce 5.

Graf 1./ Graph 1.

*Průběh EMG aktivity vybraných svalů u nadhozu (upraveno, Malý, 2018)./ The Courses of EMG activity of the selected muscles during pitch (modified, Malý, 2018).*



## Disk

Tabulka 2./ Table 2.

*Kinematická data hodu diskem z místa./ Kinematic data of stand discus throw.*

délka jednotlivých fází hodu diskem			
kritická místa	průměr [s]	SD [s]	KV [%]
náprah 1	1,13	0,19	16,49
disk před tělem	1,39	0,08	5,83
náprah 2	1,09	0,08	6,97
vypuštění	0,61	0,12	19,66
dokončení	1,00	0,00	0,00

Pořadí lokálních extrémů začíná ve fázi těsně před vypuštěním disku (5,4 s) v *m. carpi ulnaris* s hodnotou 53,3 % MVC. Desetinu před fází vypuštění (5,3 s) vychází největší skupina skládající se ze svalů *m. deltoideus pars acromialis* s lokálním maximem 131,7 % MVC, *m. pectoralis major*, *m. carpi radialis*, *m. biceps brachii*, *m. serratus anterior*, *m. obliquus externus abdominis*. Ve fázi vypuštění (5,4 s) má *m. latissimus dorsi* maximem 299,7 % MVC a *m. trapezius* 90,1% MVC. Výsledky zde uzavírá skupina svalů *m. deltoideus pars anterior clavicularis* s vrcholem 141,3 % MVC a *m. deltoideus pars scapularis* nejméně těsně po fázi vypuštění (5,7 s).

## Trh

Tabulka 3./ Table 3.

*Kinematická data trhu z visu./ Kinematic data of hang snatch.*

délka jednotlivých fází trhu			
	Průměr [s]	SD [s]	KV [%]
přestávka mezi pokusy	4,01	2,56	63,96
1. fáze	0,57	0,11	19,84
2. fáze	0,95	0,07	7,38
3. fáze	0,89	0,16	17,57

U trhu nacházíme nejvíce lokálních extrémů mezi fázemi začátku pohybu (0,04 s) a přemístěním činky (1,24 s). Maxima jsou od sebe dělena setinami, a proto se o nich níže v práci budeme bavit jako

o jedné skupině. *M. obliquus externus abdominis* ve všech fázích vykazuje téměř konstantní zapojení s hodnotou 23,7 % MVC. Navazují svaly (0,84 s) v oblasti předloktí *m. carpi radialis* s maximem 87,1 % MVC a *m. carpi ulnaris* 34,7 % MVC. Dále (0,88 s) *m. deltoideus pars anterior clavicularis* s 86,5 % MVC., *m. deltoideus pars scapularis* v čase 0,9 s s maximem 79,3 % MVC. Navazuje skupina svalů (0,94 s) *m. serratus anterior* s největší hodnotou 119,4 % MVC a *m. latissimus dorsi* 19,6 % MVC. *M. deltoideus pars acromialis* s 73,3 % MVC a *m. triceps brachii* už vykonávají největší maxima těsně před fází přemístění činky (1,14 s). Ve fázi přemístění činky (1,23 s) je pouze *m. pectoralis major* s 67,4 % MVC. Těsně po přemístění činky nad hlavu (1,3 s) dosahuje vrcholu *m. trapezius* 140,1 % MVC a vše zakončuje *m. biceps brachii* s 72,8 % maxima mezi fázemi přemístění činky a stojem (1,57 s).

#### Přemístění

U přemístění najdeme lokální extrémy - okamžik po fázi začátku pohybu (0,16 s) u *m. serratus anterior* s 101,5 % MVC a *m. carpi ulnaris* 71,3 % MVC. O malinko později (0,44 s) nalezneme maximum u *m. obliquus externus abdominis* s hodnotou 33,8 % MVC. V momentu mezi fázemi začátku pohybu (0,16 s) a přemístěním činky (1,1 s) nalezneme skupinu svalů odskočených od sebe v setinových rozdílech. Začínající (0,46 s) *m. deltoideus pars acromialis* s maximem 119,2 %. Navazující (0,5 s) *m. deltoideus pars scapularis* s 63,8 % MVC. O okamžik později (0,54 s) následuje *m. carpi radialis* s 100,8 % MVC, *m. deltoideus pars anterior clavicularis* s maximální hodnotou 50,5 % v čase 0,6 s a skupinu ukončuje (0,74 s) *m. latissimus dorsi* lokálním extrémem 40,1 % MVC.

Tabulka 4./ Table 4.

Kinematická data přemístění z visu./ Kinematic data of hang clean.

	délka jednotlivých fází přemístění		
	Průměr [s]	SD [s]	KV [%]
přestávka mezi pokusy	3,13	0,59	18,89
1. fáze	0,92	0,17	18,99
2. fáze	0,99	0,17	16,82
3. fáze	0,96	0,12	12,30

Další skupinka je před fází přemístění činky začínající (0,86 s) *m. triceps brachii* (22,6 % MVC) přes *m. biceps brachii* s hodnotou 55,7 % MVC v čase 0,98 s a končící svaem (1,00 s) *m. pectoralis major* s lokálním maximem 190,3 % MVC. Výsledky ukončuje v momentě přemístění (1,04 s) sval *m. trapezius* s maximem 70,5 % MVC.

Tabulka 5./ Table 5.

Výsledky hodnocení pomocí maximální volní kontrakce (MVC)./ Evaluation results using maximum voluntary contraction (MVC).

	nadhoz	trh	přemístění	disk
	% MVC			
<i>m. trapezius</i>	61,6	140,1	70,5	90,1
<i>m. deltoideus scapularis</i>	77,1	79,3	63,8	55,2
<i>m. latissimus</i>	221,0	19,6	40,1	299,7
<i>m. serratus</i>	412,3	119,4	101,5	94,3
<i>m. obliques ext. abd.</i>	79,1	23,7	33,8	50,6
<i>m. pectoralis</i>	95,0	67,4	190,3	129,9
<i>m. deltoideus acromialis</i>	106,1	73,3	119,2	131,7
<i>m. triceps brachii</i>	95,9	41,3	22,6	133,4
<i>m. carpi radialis</i>	166,2	87,1	100,8	97,7
<i>m. carpi ulnaris</i>	73,0	34,7	71,3	53,3
<i>m. biceps brachii</i>	82,9	72,8	55,7	95,7
<i>m. deltoideus clavicularis</i>	61,3	86,5	50,5	141,3

Největší podobnost mezi všemi cviky z pohledu MVC najdeme pravděpodobně u svalu *m. deltoideus pars scapularis*. Hodnotu 412,3 % MVC získal sval *m. serratus anterior* jako nejvíce ze všech. Při trhu je 7 svalů s nálezem MVC mezi fázemi začátku pohybu a přemístění, čili hlavní dynamické fázi horních končetin, kdežto u přemístění to je pouze 5 svalů. U disku bylo naměřeno 6 svalů s MVC těsně před fází vypuštění, v nadhazování to byly 4 a to těsně před přechodem do fáze „9 hodin“. O těchto fázích můžeme hovořit jako o fázích, kde probíhá největší silové zapojení.

Obě pohybové struktury – nadhoz a hod diskem – opisují pomyslnou část kružnice. Disk v rovině horizontální a nadhoz v rovině vertikální. U disku je počáteční pozice fáze 2 náprahu a končí vypuštěním. V nadhazování toto prochází 3 fázemi a to od fáze vrcholu náprahu až po vypuštění a rychlost otočky je výrazně vyšší. Rychlost u hodu diskem je ovlivněna technikou hodu, kdy zmiňované opsání kružnice probíhá kolem těla (transverzální rovina), kdežto nadhoz probíhá v rovině sagitální, a s hmotností náčiní, která je u disku 3 kg a tím téměř 17× větší, než hmotnost softballového míče (177 g).

Při srovnání kinogramů obou hodů můžeme už na první pohled vidět velký rozdíl. U disku probíhá veškerá výraznější svalová kontrakce těsně před a po vypuštění náčiní. Pravděpodobně je to dáno modelem cvičení, které je oproti závodní technice jednodušší a nám z pohledu procesu softballového tréninku přínosnější. Nicméně z 12 měřených svalů ve fázi začínající od okamžiku před fází „9 hodin“ se účastní 8 svalů z celkového počtu. U disku je toto číslo větší i přes to, že jako závěrečný moment je určena fáze těsně před vypuštěním disku a patří tam 10 svalů. V obou dovednostech se zapojuje společně 7 svalů a to *m. deltoideus pars scapularis*, *m. biceps brachii*, *m. triceps brachii*, *m. serratus anterior*, *m. latissimus dorsi*, *m. carpi radialis*, *m. carpi ulnaris*. S tím, že u obou cvičení *m. latissimus dorsi* přesáhl hranici 200 % MVC a *m. deltoideus pars scapularis* přesáhl hranici 100 % MVC. Jedinou výraznou neshodu můžeme vidět u *m. serratus anterior*, kde je rozdíl přes 300 % MVC a u zbylých svalů se vyskytuje dostatečná podobnost. Závěrem můžeme říci, že výskyt lokálních extrémů a maximální volní kontrakce svalů jsou podobné v závěrečných fázích u nadhozu a hodu diskem z místa (z 10 možných svalů s lokálním extrémem je společných 7 a z toho u 6-ti se vyskytují podobné maximální hodnoty).

K zajímavé neshodě došlo v práci Ramaley et al. (2015), kteří zkoumali EMG svalů předloktí pro hlubší pochopení a k prevenci proti zranění. Zjistili, že *m. flexor carpi ulnaris* je při nadhozu nejzatěžovanějším svalem a to až dvakrát více než ostatní měřené svaly. V naší práci byl, oproti uvedené studii, aktivnější sval *m. flexor carpi radialis* a to nejen u nadhozu, ale u všech ostatních měřených cvičení a takřka u všech cvičení vykazoval skoro dvojnásobnou hodnotu MVC oproti svalu *m. flexor carpi ulnaris*.

## Závěr

Výsledky měření ukazují, že se shodovalo zapojení (aktivace) svalových skupin, které dosahovali podobné hodnoty v procentech MVC. Dále se potvrdilo, že svaly předloktí dosahují souvislé svalové aktivity v okamžicích přemístění činky a ve fázi vypuštění náčiní. Mnozí trenéři do tréninkových jednotek potažmo plánů již zařazují odhody jiných předmětů z různých pozic a to nejčastěji medicinbalů, tak jako to už dlouho zařazují do svých tréninkových plánů atleti specializující se na vrhy a hody. Z atletiky si trenéři softballu mohou brát inspiraci. Na základě výsledků této případové studie můžeme říci, že u tohoto nadhazovače, hod diskem z místa, ale pravděpodobně i různé další průpravné cvičení mohou mít kladný přínos do tréninkového procesu softballového nadhazovače. Ideální využití těchto odhodů může být v nezávodních mezocyklech, stejně jako ostatní měřená cvičení (trh a nadhoz), která trenéři zařazují do tréninkových plánů, ať už z důvodu prevence proti zranění nebo zvýšení kondičních maxim. Ke zobecnění těchto tvrzení je potřeba pokračovat v této studii u dalších nadhazovačů a vytvořit tak podmínky k zařazení do tréninkových plánů.

## Literatura

- Alderson, J. A., & Elliot, B. (1999). Kinetics of the Windmill Softball Pitch for Women. In R. H. Sanders, & B. J. Gibson (Eds.) *17 International Symposium on Biomechanics in Sports*, School of Biomedical and Sports Science, Edith Cowan University, 277–280.
- Clarys, J. P., & Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sports movements: a review. *Journal of Sports Science*, 11(5), 379–448.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie*. Praha: Grada.



- DeLuca, C. J. (1993). The use of Surface EMG signal for performance evaluation of back muscles. *Muscle and Nerve*, 16(2), 210–216.
- Garman, J., & Gromacki, M. (2011). *Softball skills & drills*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of olympic vs. Traditional power lifting training program in football players. *Journal of Strenght and Condition Research*, 18(1), 129–135.
- Hori, M. S., Newton, R. U., Nosaka, K., & Stone, M. N. (2015). Weighliftingexerciseseenhanceathleticperformacethatrequireshighload speed strenght. *National strenght and conditioning association*, 27(4), 50–55.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada.
- Maffet, M. W. et al. (1997).Shoulder Muscle Firing Patterns During the Windmill Softball Pitch. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(2), 3369–3374.
- Malý, M. (2018). *Srovnání softballového nadhozu s vybranými atletickými disciplínami pomocí povrchové elektromyografie*. Bakalářská práce. Praha: UK FTVS.
- Kirk, W. (2007). *The Softball Drill Book*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Oliver, G. D., & Plummer, H. (2011).Ground reaction forces, kinematics, and muscle activations during the windmill softball pitch. *Journal of Sport Science*, 29(10), 1071–1077.
- Remaley, D. T. et al. (2015). Surface Electromyography of the Forearm Musculature During the Windmill Softball Pitch. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(1), 1–8.
- Royas, I. L. et al. (2009). Biceps Activity During Windmill Softball Pitching Injury Implications and Comparison With Overhand Throwing. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(3), 558–565.
- Stone, M. H., Byrd, R., Tew, J., & Wood, M. (1980). Relation ship between an aerobic power and olympic weightlifting performace. *J. sports med. Phys. Fitness*, 20(1), 99–102.
- Süss, V. (2003). *Softball a baseball*. Praha: Grada.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie*. Praha: Triton.

**Mgr. Petra Pravečková, Ph.D.**  
**Benecko 149**  
**512 37 Benecko**  
**praveckova@ftvs.cuni.cz**