

ANALÝZA CHYBNÉHO PROVEDENÍ PŘENOSU HORNÍ KONČETINY U PLAVECKÉHO ZPŮSOBU KRAUL

ANALYSIS OF DEFECTIVE EXECUTION OF UPPER EXTREMITIES RECOVERY IN FRONT CRAWL

D. Jurák¹, D. Pánek², Š. Požgayová¹

¹ Katedra plavání a plaveckých sportů, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova v Praze

² Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova v Praze

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the defective execution of the transfer of upper extremities in front crawl, using EMG equipment Telemetrymini 16th. It was a pilot project in which we analyzed the activation of eight selected muscles in the shoulder and back. We measured and analyzed two probands. One long-time swimmer and the other fitness swimmer who learned crawl technique in adulthood. We found that the activation and involvement of selected muscles of the upper limbs during the transmission of individual probands differ. We believe that stereotype wrong motion in fitness swimmer could be caused by insufficient activation of *m. obliques externus abdominis dextra* and improper fixation of the pelvis.

Keywords: electromyograph (EMG), swimming style crawl, transfer phase, the muscle activation

SOUHRN

Cílem studie bylo provést analýzu chybného provedení přenosu horních končetin u plaveckého způsobu kraul pomocí EMG přístroje Telemetrymini 16. Byl to pilotní projekt, ve kterém jsme analyzovali aktivaci osmi vybraných svalů v oblasti ramene a zad. Měřili jsme a analyzovali dva probandy. Jednoho dlouholetého plavce a druhého plavce kondičního, který se naučil kraulovou techniku v dospělém věku. Zjistili jsme, že aktivace a zapojení vybraných svalů se během přenosu horní končetiny u jednotlivých probandů liší. Domníváme se, že nesprávný pohybový stereotyp kondičního plavce by mohl být způsoben nedostatečnou aktivací *m. obliques abdominis externus dextra* a nesprávnou fixací pánve.

Klíčová slova: elektromyograf (EMG), plavecký způsob kraul, fáze přenosu, aktivace svalu

Úvod

Plavecký způsob kraul je nejrychlejším a rovněž nejméně energeticky náročným plaveckým způsobem. Při stejné rychlosti lokomoce s dodržením předem dané vzdálenosti je pořadí plaveckých způsobů dle nejnižší energetické náročnosti následující: 1. kraul, 2. motýlek, 3. znak, 4. prsa (ČECHOVSKÁ, 2001). Pohybový stereotyp, který je tvořen střídáním pohybu horních i dolních končetin, není náročný, náročná je koordinace pohybu horních končetin s dýcháním. Nádech je proveden do strany v mezizáběrové přestávce v momentě vychýlení, kdy jedna paže dokončuje a druhá paže zahajuje záběr. V procesu základní etapy výuky se zaměřujeme na zvládnutí činnosti dolních končetin a polohy těla, koordinaci horních končetin s dolními končetinami, koordinaci horních končetin

s dýcháním a následné celkové koordinaci činnosti dolních končetin, horních končetin a dýchání.

Fáze přenosu je součástí celkového pohybu horních končetin. Přenos uvolněné paže zajišťují svaly *m. deltoideus a rotatorové planžety* (*m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis*), které se aktivují během fáze přenosu (MCLOAD, 2010). Přenos paže začíná již před vytažením lokte z vody. Plavec dokončuje odtlačování vody směrem vzad v momentě, kdy se ruka nachází v oblasti stehna s následným pohybem paže vpřed. Během dokončení záběru se dlaň vytáčí směrem ke stehnu tak, aby malíková hrana směřovala k hladině (MAGLISCHO, 2003). Fáze vytažení trvá méně než 0,1 s (HOFER et al., 2000). Elektromyografický výzkum plavců ukazuje, že v první fázi přenosu paže se pracující svaly prudce

smrští, hlavně *m. deltoideus* a *m. trapezius*, tím vzniká impuls k přenesení paže nad hladinou. Na to se svaly přenášející paže uvolní (IKAI, ISHII, MIYASHITA, 1964).

Účelem přenosu je přesunout uvolněné segmenty paže z připázení (dokončení záběru) přes osu ramenní do vzpažení (zahájení záběru). Během fáze přenosu propulsní síly nevznikají. Přesun paže by měl být proveden s co nejmenším narušením hydrodynamické polohy a s relaxovanou skupinou svalů paže, ramene a trupu (MAGLISCHO, 2003). V druhé fázi přenosu nastává vědomá relaxace vedené paže. Přenos paže je možno provést ve dvou variantách. Plavec s menším rozsahem pohyblivosti v pletenci ramenním přenášejí horní končetiny natažené, s poměrně nízkou trajektorií pohybu nad hladinou. Plavci s velkou pohyblivostí se snaží vést loket po nejvyšší dráze. Uvolněné předloktí a ruka vykonávají kyvadlovitý pohyb vpřed, přibližně ve svislé rovině. Přenos trvá 0,4 – 0,6 s (HOFER et al., 2000). Rychlost přenosu paže by měla do značné míry odpovídat rychlosti paže při záběru (COUNSILMAN, 2000). To platí i o zasunutí paže do vody. Plavec se má snažit, aby svalovým napětím nezrychloval pohyb přenášené paže. Je-li, pohyb příliš rychlý, ruší rytmus plavání a zvyšuje odpor proti pohybu.

Svalová aktivita u kraulu je úzce spojena s vodorovnou polohou plavce, s působením vodního prostředí, s vytvářením hnacích sil a se zachováním optimální techniky plaveckého způsobu. Během kraulového pohybu se liší svalová aktivita dle dané fáze. Rozdíly jsou hlavně mezi svaly vytvářejícími hnací sílu a svaly, které jsou aktivní jen při přenosu. V průběhu pohybu se postupně zapojují všechny svaly ramene. Jsou to svaly umožňující krouživý pohyb paže. Jde tedy o svaly, které zvedají a podmiňují pokles pletence ramenního a způsobují vnitřní rotaci předloktí. S přenosem paže současně dochází k vychýlení trupu do stran. Tento komplexní pohyb vyžaduje aktivaci dalších svalů s spojených s vnitřní rotací předloktí, vykonávajících krouživý pohyb pletence ramenního a rotační pohyb v oblasti bederní páteře (PREISLEROVÁ - BĚLKOVÁ, 1984).

V odborné literatuře se setkáváme s podrobným popisem biomechaniky plavecké lokomoce s kinematickou analýzou jednotlivých segmentů těla (COUNSILMAN, 1974; MAGLISCHO, 2003; COLWIN, 2000; HOFER et al., 2000). Rovněž máme k dispozici i podrobný popis časové a úhlové rychlostní křivky záběru a přenosu paže a to jak vzhledem k rychlosti pohybu trupu, tak i jednotlivých segmentů paže vůči trupu a stěnám bazénu (MAGLISCHO, 2003; HOFER et al., 2000).

Vzhledem k řešenému problému přistupujeme k podrobnějšímu popisu kraulové techniky z hlediska zapojení svalů a svalových systémů horních, dolních končetin a trupu. V momentě

přechodu prstů, dlaně, zápěstí a lokte pod hladinu přechází celá paže do extenze, jejíž trvání je časově vymezeno technikou provedení plaveckého pohybu, rychlostí plavání a velikostí úhlu vychýleného trupu v podélné ose. Plnou extenzi paže ve vychýlené pozici tvoří nahoru směřující rotace lopatky. Po extenzi paže nastává fáze fixace prstů a zápěstí, kdy ruka mění svůj směr a zahajuje propulzní fázi záběru, tzv. „chycení vody“. Zahájení záběru zajišťuje *claviculární část m. pectoralis major* a s malým zpožděním rovněž *m. latissimus dorsi*. Tyto dva svaly zajišťují sílu k provedení první části záběru, tzv. přitahování, a ve větší míře se podílejí i na druhé části záběru, tzv. odtlačování. Flexory zápěstí udržují zápěstí v mírné flexi během první části propulzní fáze. Flexory lokte, jako je *m. biceps brachii* a *m. brachialis*, začínají s kontrakcí během fáze „chycení vody“ s postupným posunem lokte od plné extenze do flexe v úhlu přibližně 30°. Během závěrečné propulzní fáze dochází k postupnému zapojení *m. triceps brachii*, který zajišťuje konečnou extenzi lokte, přičemž paže směřuje vzad a nahoru směrem k hladině. Tím je ukončena propulzní fáze. Několik svalových skupin pracuje jako stabilizátor a to jak během propulze, tak i přenosu. Jednou z klíčových skupin jsou stabilizátory lopatek (*m. pectoralis minor*, *rhomboid*, *levator scapula*, *střední a dolní část m. trapezius* a *m. serratus anterior*), jejichž funkcí je fixovat nebo stabilizovat lopatky. Správná funkce stabilizátorů lopatek je základem pro udržení a kontrolu jemné motoriky během působení propulzních sil horních končetin. Dodatečně lopatky stabilizují funkci *m. deltoideus* a planžety rotatoru k reposici ruky během přenosové fáze. Stabilizátory trupu (*m. transversus abdominis*, *m. rectus abdominis*, *m. internal oblique*, *m. external oblique* a *m. erector spinae*) jsou nezbytnou součástí efektivního záběru, protože zajišťují systémové propojení mezi pohybem horních a dolních končetin. Toto spojení je zásadní pro koordinaci záběru horních a dolních končetin a rotaci trupu. Pohyb dolních končetin se na rozdíl od horních končetin skládá ze dvou fází. Fáze propulzní tvoří pohyb dolní končetiny směrem dolů, fázi přenosu tvoří pohyb horní končetiny směrem nahoru. Propulzní fáze začíná v kyčli, aktivací *m. iliopsoas* a *m. rectus femoris*. *M. rectus femoris* také iniciuje extenzi kolene, která následuje krátce po flexi kyčle. *M. quadriceps femoris* (*m. vastus lateralis*, *m. vastus intermedius* a *m. vastus medialis*) se spojuje s *m. rectus femoris* k vytvoření silnější extenzi kolene. Tak jako propulzní fáze začíná i fáze přenosu v oblasti kyčli kontrakcí gluteálních svalů (především *m. gluteus maximus* a *medius*) a je rychle následována kontrakcí hamstringů (*m. biceps femoris*, *m. semitendinosus* a *m. semimembranosus*). Obě svalové skupiny pracují jako extenzory. Během zahajovacího pohybu kopu je chodidlo rotováno do plantární flexe a to aktivací

m. gastrocnemius, *m. soleus* a působením tlaku vody na nárt (MCLEOD, 2010).

Nesprávné provedení fáze přenosu (dokončení záběru, vytažení paže z vody, pozice jednotlivých segmentů paže a jejich úhlové poměry, délka přenosu, směr a způsob ukončení přenosu) má vliv na celkové provedení kraulové techniky. Příliš brzké ukončení záběrové fáze vede k vyšší frekvenci záběru. Nesprávně nastavené segmenty paže během přenosu „nízký loket“ a délka přenosu snižují možnosti plavce udržet správnou polohu těla a rovněž ovlivňují zahájení záběrové fáze pod hladinou. Je-li zahajovací fáze záběru provedena nesprávně (překračují-li prsty podélnou osu), je ve většině případech nesprávně provedená i záběrová fáze (COUNSILMAN, 1974; MAGLISCHO, 2003; COLWIN, 2000; HOFER et al., 2000).

Zvolili jsme pracovní hypotézu, ve které předpokládáme, že chybná koordinace zapojení svalů horních končetin během fáze přenosu, je ovlivněna polohou těla.

Cílem práce bylo ověřit možnosti použití telemetrického EMG přístroje pro analýzu svalového stereotypu ve vodním prostředí. Dalším cílem bylo provést analýzu provedení přenosu horních končetin v plaveckém způsobu kraul

z nich byl profesionální závodní plavec a pedagog v oboru plaveckých sportů, věk 40 let. Druhý byl plavec, který se učil kraulovou techniku až v dospělosti ve věku 50 let, a u něhož stále přetrvávaly nesprávné pohybové stereotypy. Svalovou aktivitu jsme registrovali pomocí povrchového telemetrického EMG přístroje Telemetrymini 16 od firmy Neurodata za současné videomonitorace. Vzorkovací frekvence byla 1500Hz, pásmová propust 5-500Hz. Data jsme zpracovali v programu Myoresearch Master Edition od firmy Noraxon. Povrchové elektrody byly umístěny do oblasti motorických bodů *m. pectoralis major dx.*, *m. deltoideus pars anterior dx.*, *m. deltoideus pars posterior dx.*, *m. trapezius pars superior dx.*, *m. trapezius pars inferior dx.*, *m. obliques externus dx.* a na pravý a levý paravertebrální sval v úrovni 3. a 4. bederního obratle. Umístění elektrod jsme řešili v souvislosti s možnostmi přístroje, počtem a délkou elektrod. Podle metodiky pro registraci EMG signálu ve vodním prostředí jsme zajistili voděvzdornost elektrod a vysílač telemetrického EMG jsme vložili do voděodolného vaku (PÁNEK et al. 2010). Měření probíhalo v plaveckém bazénu v Tyršově domě, teplota vody byla 27°C. Každý proband plaval 2 x 50 m plaveckým způsobem kraul, aby

Tabulka 1. Pořadí zapojení svalů u probanda s plaveckou kariérou

Table 1. The order of muscle involvement in the proband with swimming career

	Název svalu	pořadí zapojení 1. probanda (plavecká kariéra)									→ Cykly	celkové pořadí
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	<i>pectoralis major</i>	6	1	5	1	1	4	1	4	1		1
2	<i>deltoideus p. a.</i>	4	3	1	2	4	1	4	1	4		4
3	<i>deltoideus p. p.</i>	1	2	2	4	2	2	5	2	6		2
4	<i>trapezius p. i.</i>	8	4	3	5	5	5	7	5	8		5
5	<i>trapezius p. s.</i>	5	5	8	8	7	7	6	7	7		7
6	<i>lumbální levá st.</i>	2	7	7	6	8	8	2	8	2		8
7	<i>lumbální pravá st.</i>	7	6	6	7	6	6	8	6	5		6
8	<i>obliques e.</i>	3	8	4	3	3	3	3	3	3		3

u probanda s chybnou svalovou aktivací a výsledky porovnat s probandem, se správnou svalovou aktivací horní končetiny ve fázi přenosu. Vlastní sběr a analýza dat byla provedena v průběhu dvou týdnů. Výuka plaveckého způsobu kraul a zvýšení tělesné kondice probanda, se špatným pohybovým stereotypem, probíhalo v období dvou let.

Metody

Jedná se o pilotní studii¹, ve které jsme se zabývali problematikou porovnání timingu vybraných svalů v průběhu fáze kraulového přenosu paže při správné a nesprávné technice provedení. Studie se zúčastnili 2 probandi. První

si zvykl na připevněné elektrody a EMG vysílač.

Definovali jsme jeden cyklus fáze kraulového přenosu paže, který jsme určili dle videa na začátek vytažení paže z vody, přenos paže přes osu ramenní a opětovné zanoření paže do vody. K dalšímu zpracování jsme vybrali 9 těchto cyklů u každého probanda. Provedli jsme standardní vyhodnocení timingu pomocí programu Myoresearch Master Edition při stanovení hranice hodnoty svalové aktivity na 50 % maximální registrované aktivity v průběhu hodnocené fáze. Získané výsledky pořadí svalů jsme u každého probanda zprůměrnili a navzájem porovnali s videomonitorovaným pohybem paže.

¹ Tento projekt vznikl za podpory vnitřního grantu UK FTVS 120 053.

Tabulka 2. Pořadí zapojení svalů u probanda bez plavecké kariéry
Table 2. The order of muscle involvement in the proband without swimming career

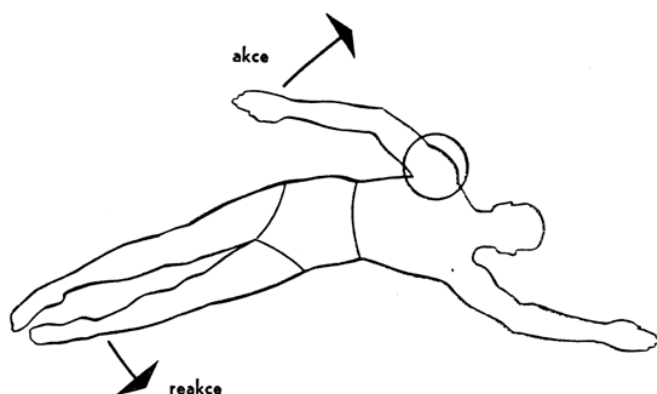
	Název svalu	pořadí zapojení 1. probanda (plavecká kariéra)									→ Cykly	celkové pořadí
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	<i>pectoralis major</i>	1	7	1	1	1	1	1	5	6		1
2	<i>deltoideus p. a.</i>	7	1	2	2	7	7	8	7	7		7
3	<i>deltoideus p. p.</i>	2	2	3	3	2	2	2	1	1		2
4	<i>trapezius p. s.</i>	3	3	5	5	3	3	3	2	8		3
5	<i>trapezius p. i.</i>	4	4	5	5	4	4	4	4	2		4
6	<i>Lumbální levá st.</i>	5	5	6	6	5	5	5	3	3		5
7	<i>Lumbální pravá st.</i>	8	8	8	7	8	8	7	8	6		8
8	<i>obliques e.</i>	6	6	7	8	6	6	6	6	4		6

Výsledky a diskuze

Získané hodnoty pořadí zapojení jednotlivých svalů v průběhu 9 registrovaných cyklů u každého probanda zobrazuje souhrnně tabulka 1. a 2. U obou probandů nacházíme stejné pořadí svalů v první fázi kraulového přenosu paže, kdy prvním aktivovaným svalem je *m. pectoralis major* následovaný *m. deltoideus pars posterior*. Jejich aktivita odpovídá vytažení paže nad hladinu vody a vnitřní rotaci ramenního kloubu. V další fázi se již objevuje rozdílné pořadí, kdy u probanda č. 1 následuje aktivita svalů pletence ramenního, provázející pohyb paže nad vodní hladinou, a teprve potom se aktivují lumbální paravertebrální svaly, které fixují pánev a stabilizují trup. U probanda č. 2 naopak dochází nejdříve ke zvýšené aktivitě paravertebrálních svalů a až poté se aktivují svaly pletence ramenního.

Zhodnocením výsledků měření pomocí analytických rozborů v programu Noraxon EMG jsme dospěli k několika závěrům. Pohybové stereotypy obou plavců se významně odlišují v několika bodech přenosu. Za správný pohybový stereotyp přenosu paže považujeme aktivaci svalů dle prvního probanda (*m. pectoralis major*, *m. deltoideus pars posterior*, *m. obliquus abdominis*

externus dextra, *m. deltoideus pars anterior*, *m. trapezius*, levá část bederní páteře, *m. trapezius ascendent*, pravá část bederní páteře). Chybný přenos paže probanda 2 jsme porovnali se správným pohybovým stereotypem probanda 1. Z videozáznamu je patrné, že každý plavec začal přenos jiným způsobem, tuto odlišnost bychom mohli lépe analyzovat v případě, že bychom měřili aktivitu svalů paže nebo jiných svalů pletence ramenního a zad *m. latissimus dorsi*, *m. teres major*, *m. biceps a triceps brachii* (PREISLEROVÁ – BĚLKOVÁ, 1984; IKAI at al. 1964). Vzhledem k funkci svalové činnosti trojhlavého svalu pažního (ČIHÁK, 2003), který pomáhá dorzální flexi v ramenním kloubu, by mohl být u druhého plavce více aktivován právě tento sval. Proband 1 s korektním přenosem fixuje pánev aktivitou *m. obliquus abdominis externus dextra*. Zapojení tohoto svalu se u probanda 2 s chybným přenosem v počátku přenosu neobjevuje. Otázkou je, jakým jiným svalovým stereotypem je tato fixace nahrazena. Chybný přenos horních končetin u probanda s nesprávným provedením fáze přenosu bychom mohli spojit se zvýšenou prací dolních končetin do stran, které by v tomto případě sloužily jako opora trupu pro koordinaci přenosu horních



Obrázek 1. Nesprávné zapojení svalového řetězce a přenosu paže (COUNSILMAN, 1974)
Figure 1. Improper muscular chain of transmission arm (COUNSILMAN, 1974)

končetin s nádechem. Svaly dolních končetin jsme však neměřili. Při průchodu nejvyšším bodem pozice lokte („vysoký loket“) u probanda 1, která odpovídá průmětu horní končetiny v ose ramenního kloubu, je aktivován *m. deltoideus pars clavicularis*, ale až poté, co proband zafixuje pánev. Aktivita tohoto svalu je uváděna společně s aktivitou *m. trapezius*, jako původce pohybového impulsu pro přenos horní končetiny (IKAI et al. 1964). Fázi nejvyšší pozice loketního kloubu nahrazuje proband 2 pohybem horní končetiny níže u hladiny a dále od těla, což vede k vychýlení (akce a reakce) trupu a dolních končetin. Proband 2 zvyšuje práci dolních končetin a to směrem do stran a nahrazuje vysokou polohu lokte aktivitou *m. trapezius pars ascendens*, který přitlačuje lopatku k hrudníku. Svaly fixují a vytáčí dolní úhel lopatky zevně a tím proband 2 zvedá paži nad horizontálu přes upažení (ČIHÁK, 2003). Aktivace trapézového svalu ukazuje na pohyb horních končetin do upažení, tedy dále od těla než je nutné (Obrázek 1, COUNSILMAN, 1974).

Ve chvíli dokončení přenosu paže a kontaktu prstů s hladinou je u prvního probanda aktivní *m. deltoideus pars spinalis*. Oproti tomu proband 2 zapojuje *m. deltoideus pars clavicularis* (také *m. pectoralis major*) a pokládá paži do vody nejdříve loketním kloubem, pak následuje předloktí a ruka.

Proband 2 s chybným přenosem nese paži po delší dráze, loket se příliš brzy přesune do jeho maximální výšky nad hladinu. V maximální výšce setrvává loket déle, to může plavce vysilovat a dříve se unaví. Proband 2, ale není schopen si vytvořit oporu pro dokončení přenosu a paže klesá pod hladinu předčasně a více strnule než u probanda 1. Ten je schopen nést paži déle nad hladinou a po kratší dráze a dokáže paži přenášet uvolněně. Žádoucí je, aby plavec provedl přenos s co nejmenším vychýlením (trupu a končetin) do stran a aby se snažil snížit úsilí svalů v oblasti horních končetin, pletence ramenního a trupu (MAGLISCHO, 2003). Z našeho šetření vyplývá, že nesprávný přenos horní končetiny u probanda 2 je zřejmě způsoben nesprávnou fixací pánve. Domníváme se, že přenos horních končetin je ovlivněn aktivací *m. obliques abdominis externus dextra*. K přesnému vystižení vlivu trupu a dolních končetin na pohyb a koordinaci horních končetin s dýcháním by bylo třeba provést podrobnější měření svalů dané oblasti, ale aktivita *m. obliques abdominis externus dextra* se nám jeví jako signifikantní, a ukazuje se, že neschopnost probanda 2 zafixovat pánev v optimální poloze vede ke zhoršení podmínek pro udržení polohy těla na vodě a kvalitní přenos horních končetin.

Závěr

Z měření vyplývají dva odlišné stereotypy pro přenos horních končetin. Timing probanda 1 se vyznačuje zapojením svalů v pořadí: *m.*

pectoralis major; *m. deltoideus pars posterior*; *m. obliques externus*; *m. deltoideus pars anterior*; *m. trapezius pars inferior*; paravertebrální svaly pravé strany páteře; *m. trapezius pars superior*; paravertebrální svaly levé strany páteře. Druhý proband zapojuje svaly v pořadí: *m. pectoralis major*; *m. deltoideus pars posterior*; *m. trapezius pars superior*; *m. trapezius pars inferior*; paravertebrální svaly levé strany páteře; *m. obliques externus*; *m. deltoideus pars anterior*; paravertebrální svaly pravé strany páteře. Dle analýzy videa a EMG měření se technika správného přenosu horní končetiny (proband 1) skládá z postupné extenze horní končetiny během dokončování záběrové fáze. Poté dochází k rotaci v ramenním a postupné flexi v loketním kloubu. Pokrčená horní končetina pak pokračuje přes ramenní osu do postupné extenze a průniku prstů ruky pod hladinu. Oproti tomu přenos chybný (proband 2) je zahájen neúplnou extenzí loketního kloubu, který dále postupuje nad hladinu. Celkový pohyb horních končetin je veden nízko nad hladinou a daleko od těla. Flexe v loketním kloubu během rotace horní končetiny kolem ramenního kloubu je patrná, ale předloktí příliš brzy směřuje vpřed. Ramenní osu neprotíná jako první loket, ale prsty rukou. Rotace horní končetiny je strnulá a je předčasně ukončena položením loketního kloubu do vody. Na základě analýz se domníváme, že nesprávné provedení přenosu ovlivňuje velikost aktivace *m. obliques abdominis externus dextra*, který fixuje pánevní kost a který by měl mít vliv nejen na polohu těla, ale i na vysokou polohu lokte (během rotace horní končetiny loket překračuje ramenní osu jako první). Další studie by měla být zaměřena na zjištění vlivu fixace pánve a funkcí *m. obliques abdominis externus dextra* s celkovou polohou těla a pohybem horních končetin.

Na základě pilotního výzkumu se domníváme, že elektromyografické měření lze využít k přesné lokalizaci zapojení a aktivity měřených svalů. EMG může být pomocníkem k rozpoznání chyb zkoumaných svalových skupin nebo k určení rozdílné aktivace svalů a intenzity jejich aktivace při korekci špatné techniky provedení pohybu ve vodě za předpokladu, že součástí výzkumu bude odborník. Nevýhodou EMG přístroje Telemetrymini 16 je délka času, kterou je třeba vymezit na přípravu a zapojení elektrod.

Literatura

- Bělková-Peislerová, T. (1988). *Plavání v pohybovém režimu zdravotně oslabených a tělesně postižených*. Skripta FTVS UK. Přepřac. vyd. Praha: UK.
- Colwin, C., M. (1999). *Swimming Dynamics (Winning, Techniques and strategies)*. 1. vyd. Illinois (USA): Mosters press.
- Colwin, C. M. (1992). *Swimming into 21st century*. 1.vyd. Champaign (IL): Human Kinetice.
- Counsilman, J. E. (1974). *Závodní plavání*. Překlad Kripner, J. 1. vyd. Praha: Olympia.
- Counsilman, J. E. (2000). *The science of swimming*. New Jersey: Prentice Hall.
- Čechovská, I., Miler, T. (2001). *Plavání*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing.
- Čihák, R.: *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing.
- Hofer, Zd. a kol. (2000). *Technika plaveckých způsobů*. 1. vyd. Praha: UK, Karolinum.
- Ikai, M., Ishii, K., Miyashita, M. (1964). *An alectromyographic Study of swimming*. Research journal of Physical education. Vol. 4.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming faster*. 2. vyd. USA: Human Kinetics.
- McLeod, I. (2010). *Swimming anatomy*. 1. vyd. USA: Human Kinetice.
- Pánek, D., Jurák, D., Pavlů, D., Čemusová, J. (2010). *Metodika snímání povrchového EMG ve vodním prostředí (WaS-EMG)*. Rehab fyz Léč. No. 1, Vol. 17, pp. 21-25.

Mgr. Daniel Jurák
Fakulta tělesné výchovy a sportu UK
José Martino 31, Praha 6
jurak@ftvs.cuni.cz