STABILITA PLAVECKÝCH DOVEDNOSTÍ U HANDICAPOVANÝCH PLAVCŮ

STABILITY OF SKILLS IN HANDICAPPED SWIMMERS

V. Süß¹, L. Čuříková³, P. Matošková² & P. Pravečková¹

¹Univerzita Karlova Praha, fakulta tělesné výchovy a sportu, katedra sportovních her

²Univerzita Karlova Praha, katedra sportů v přírodě

³Technická Univerzita Liberec, katedra tělesné výchovy

ABSTRACT

Swimming, which belongs to the cyclic movements of locomotion, is operated on the race, but also the recreational level. Swimming competition with disabilities is part of the Paralympic Games and a swimming is generally recommended as part of the rehabilitation of the handicapped. The aim of this paper is to show the possibilities of evaluation of the stability of individual steps in the ways of swimming freestyle, breast, and backstroke by surface electromyography. There are four case studies of descriptive nature. The basic method of measuring was the electrical activity of muscles by surface electromyography. The four case reports show the possibility of using the coefficient of variation in assessing the stability of the implementation of skills. Muscles were selected: m. trapezius, m. pectoralis major, and m. obliques. The results show the possibility to use electromyography to evaluate the skills and the relative (average) consistent implementation in each step of cyclic motion.

Keywords: swimming; skills assessment; electromyography; handicap

SOUHRN

Plavání, které patří mezi lokomoční cyklické pohyby, je provozováno na závodní, ale i rekreační úrovni. Plavecké soutěže handicapovaných jsou součástí paralympijských her a obecně je plavání doporučováno pro handicapované jako součást rehabilitace. Cílem příspěvku je ukázat na možnosti hodnocení stability jednotlivých kroků v plaveckých způsobech kral, prsa a znak pomocí povrchové elektromyografie. Jedná se o čtyři případové studie deskriptivního charakteru. Základní metodou bylo měření elektrické aktivity svalů pomocí povrchové elektromyografie. Na čtyřech kasuistikách ukazujeme možnosti využití koeficientu variace při hodnocení stability provádění dovedností. Vybranými svaly byly: m. trapezius, m. pectoralis major a m. obliques. Výsledky ukazují na možnosti využití elektromyografie pro hodnocení dovedností a na relativní (průměrnou) stálost provedení v jednotlivých krocích cyklického pohybu.

Klíčová slova: plavání; hodnocení dovedností; elektromyografie; handicap

Teoretická východiska

Plavání patří mezi jeden z nejstarších paralympijských sportů, které jsou zařazeny do letních paralympijských her. Soutěží se v těchto disciplínách: volný styl, prsa, motýlek, znak a polohový závod. Soutěže řídí sportovně technický výbor IPC pro plavání a probíhají na základě lehce upravených pravidel Mezinárodní plavecké federace. Zmíněné modifikace se týkají zejména možnosti provedení startu bez využití startovacích bloků nebo využití dotekové signalizace pro plavce se zrakovým postižením (KUDLÁČEK, 2008).

Plavci nastupují do soutěží podle funkční klasifikace.

Počátky tzv. „adaptovaného“ plavání ve světě začínají rokem 1930, kdy americký lékař Charles Kosman začal využívat hydroterapii pro osoby s postižením. Od samého počátku se hovoří o sportu handicapovaných, neboť plavání bylo součástí všech DSO (disability sport organizations) her, včetně světových her neslyšících (World Games of Delf) v Paříži v roce 1924 a prvních Paralympijských her (TĚŠITELOVÁ, 2001).

Plavání je ale také součástí různých léčebných a rehabilitačních procedur, a to nejen pohybového

aparátu, ale i vnitřních oslabení, jako např. astma. Můžeme jej tedy považovat za jeden z důležitých prostředků resocializačního procesu handicapovaných osob. Může přispívat k rychlejšímu návratu do normálního života po prodělané chorobě či úrazu, nebo napomáhat ke zlepšení trvalých zdravotních problémů. Je vhodnou pohybovou dovedností, kterou mohou tělesně handicapované osoby provádět samostatně (BĚLKOVÁ, 1994).

Většina handicapovaných je schopna naučit se plavat a při správné volbě plaveckého způsobu mohou využívat tuto pohybovou dovednost takřka bez omezení. Může se tak stát nejen jejich vlastním léčebným procesem, ale i stálým pohybovým režimem.

Jednostranná amputace dolní končetiny má do jisté míry vliv na plaveckou techniku, neboť těžiště těla se přesouvá blíže ke zdravé straně a posouvá se výše. Handicapovaný plavec musí tak aktivně překonávat rotaci ve směru vertikálním i laterálním, aby si vytvořil vhodné podmínky pro nádech. Na rotaci v laterálním směru má vliv poloha hlavy nebo změny v rozložení specifické hmotnosti. Jedná se o pohyby horními nebo dolními končetinami, které plavec provádí v opačném směru, tedy proti rotaci. Asymetrie v objemu a specifické hmotnosti těla vede k tzv. „hadovitému“ pohybu.

Při plaveckém způsobu kraul a znak handicapovaní plavci využívají kop nejen pro lokomoci, ale zároveň i k zajištění optimální polohy. Pohyb dolní končetiny se posouvá do středu k ose těla a výsledná síla tak působí rovnoměrně na obě strany těla. Pro zajištění optimální splývavé polohy je nutné provést první kop ve vertikálním směru a další kop je proveden křížem v šíři boků směrem ke středové ose těla. Znamená to, že pokud plavec má amputovanou pravou dolní končetinu, provede první kop směrem dolů levou dolní končetinou při záběru levou horní končetinou a při záběru pravou horní končetinou provede kop křížem směrem ke středové ose těla.

Při plaveckém způsobu prsa využívají handicapovaní plavci stejnou techniku kopu v počáteční fázi jako plavci zdraví. Následně ale musí provést kop spíše ve směru vzad a přímo, než do strany. Pokud je kop proveden ve směru přímo, je možné plavat přímým směrem.

Cíl

Cílem příspěvku je ukázat na možnosti hodnocení stability jednotlivých kroků v plaveckých způsobech kraul, prsa a znak u plavců s jednostrannou nadkolenní amputací pomocí povrchové elektromyografie.

Metodika

Jedná se o čtyři případové studie popisného charakteru, kde sledovaný soubor byl proveden na základě záměrného výběru plavců, kteří se v době výzkumu zúčastňovali závodů v plavání tělesně

postižených v ČR. Sledovaný soubor tvořili čtyři plavci klasifikační skupiny S9, z toho dva muži a dvě ženy ve věku 20 – 37 let. Charakteristiku souboru uvádíme v tabulce 1. Všichni plavci se výzkumu zúčastnili dobrovolně a souhlasili s anonymním uveřejněním výsledků.

Tabulka 1. Charakteristika sledovaného souboru

Table 1. Characteristics of the observed group

Označení sledované osoby	A	B	C	D
Gender	Muž	Muž	Žena	Žena
Věk [rok]	37	31	20	21
Váha [kg]	107	75	43	50
Amputace	levá	levá	pravá	pravá

Základní metodou pro popis zapojení svalů jsme zvolili povrchovou elektromyografii. Výběr sledovaných svalů byl omezen počtem kanálů na přístroji EMG a tím, že jsme volili svaly symetricky na pravé i levé straně těla. Vybranými svaly byly: m. latissimus dorsi, m. obliques abdominis. ext. a m. pectoralis major. Elektrody byly na svaly lepeny na základě doporučení TRAVELL & SIMONS (1999). Pro stanovení popisu elektrické aktivity svalů jsme záznam EMG synchronizovali s videozáznamem. Po určení srovnávací jednotky (pokusu) jsme určili synchronizovaný začátek jednotky rozboru pomocí autokorelace (KONRAD, 2009). Na základě výběru nejvyšší možné korelace mezi výsledkem srovnávací jednotky a vybranou jednotkou rozboru jsme stanovili počátek EMG záznamu. Pro posouzení stability pokusů jsme v jednotlivých kasuistikách vybrali hodnocení pomocí koeficientu variace (HENDL, 2004). Uvedenou metodu jsme použili jako podklad k expertnímu hodnocení pomocí věcné významnosti (effect of size).

Výsledky a diskuse

Plavecký způsob kraul

Plavecký krok byl stanoven od okamžiku, kdy se levá paže nachází v přípravné fázi, tedy horní končetina je uvolněná, s miskovitým tvarem dlaně je zanořována do vody a pravá paže je vytahována z vody, až do okamžiku, kdy je levá paže zanořována do vody. V průběhu plavání jsme zaznamenali všechny kroky, ale do měření jsme nezapočítávali první tři plavecké kroky, které sloužily k počáteční iniciaci pohybu. Celkem bylo hodnoceno 15 plaveckých kroků u každé sledované osoby. Po normalizaci výsledků, převedením času na 100% hodnoty, jsme spočetli průměrnou intenzitu elektrického potenciálu v každém měřeném okamžiku a jeho směrodatnou odchylku. Přepočtem na koeficient variace, což je vyjádření procentuálního podílu směrodatné odchylky, jsme získali jeho průběh v každém měřeném bodě.

Tabulka 2. Koeficient variace u plaveckého způsobu kraul
Table 2. Coefficient of variation in the way of swimming freestyle

Koeficient variace - kraul [%]								
Sledované svaly	A				B			
	Průměr	Max.	Min.	SD	Průměr	Max.	Min.	SD
m.latissimus dorsi dx.	31,0	70,8	8,9	14,2	2,3	7,4	0,3	1,9
m.latissimus dorsi sin.	21,7	64,6	8,2	9,4	2,5	6,7	0,3	1,9
m.obliques abdominis. ext.. dx.	19,6	32,7	6,8	6,5	4,9	16,7	1,1	2,9
m.obliques abdominis. ext.. sin.	23,8	44,0	7,0	9,4	4,2	10,1	1,6	1,9
m.pectoralis major. dx.	27,0	58,7	10,3	10,8	2,2	8,0	0,4	1,4
m.pectoralis major. sin.	43,5	94,6	11,4	22,6	6,6	16,8	1,4	3,5
	C				D			
	Průměr	Max.	Min.	SD	Průměr	Max.	Min.	SD
m.latissimus dorsi dx.	25,9	70,5	7,8	11,7	25,8	42,7	12,0	6,6
m.latissimus dorsi sin.	26,6	54,5	14,9	8,6	28,6	64,0	12,1	12,5
m.obliques abdominis. ext.. dx.	31,7	90,7	10,1	14,2	27,5	43,1	15,1	6,1
m.obliques abdominis. ext.. sin.	30,9	56,4	12,3	11,2	26,1	53,5	14,7	8,0
m.pectoralis major. dx.	22,9	37,8	5,5	6,7	35,7	63,6	16,9	9,5
m.pectoralis major. sin.	28,4	64,6	10,1	10,5	43,1	62,7	22,6	8,9

Výsledky koeficientu variace jsou uvedeny pro plavecký způsob kraul v tabulce 2.

Výsledky ukazují u plavce s označením „B“ na velmi vysokou stabilitu provedení této dovednosti. Na základě expertního odhadu jsme stanovili intervaly s označením: vysoká stabilita pokusů (0-20 % koef. variace), průměrná stabilita pokusů (20-40 %) a instabilita (> 40 %). Z výsledků plavce „B“ vyplývá, že nejen jeho průměrné hodnoty leží v intervalu vysoké stability pokusů, ale z jeho variačního rozpětí je zřejmé, že všechny výsledky leží v tomto pásmu, tedy můžeme konstatovat, že jeho pohybový projev je vysoce stabilní. Ostatní tři plavci dosahují průměrné stability pokusů. Vysvětlení rozdílů v provedení je nutné hledat v časovém průběhu koeficientu variace ve sledovaných svaích a hledat možná vysvětlení porušení této stability. Na grafu 1B ukazujeme průběh koeficientu variace u plavkyně „C“ u vybraných svalů m. latissimus dorsi dx. a sin.

K instabilitě (velkému rozdílu v naměřeném elektrickém potenciálu) dochází u m. latissimus dorsi v průběhu časového intervalu 19-26 % času, což odpovídá dokončování přenesení pravé paže dopředu k zanoření. Stejně tak se i tento problém objevuje u svalu na levé straně těla a opět je to ve stejné fázi, tj. při dokončení přenosu vpřed. Tento jev pravděpodobně souvisí s problémem, který vzniká v rozdílném zapojení břišních svalů (m. obliqui) (graf 1A) v časovém intervalu (10-15 % času), předcházejícím zmiňovaný interval (19-26% času). Tento problém se objevuje v malé míře i u svalu na levé části těla v intervalu 61-66 % a následně pak i v intervalu 80-85 % času. Domníváme se, že je to spojeno s nestejně velkou intenzitou kopu zdravou dolní končetinou a kopu amputačním pahýlem. Velmi podobný průběh koeficientu variace u břišních svalů a následně pak i u svalů latissimus dorsi a pectoralis major lze vidět i u plavců „A“ a „D“. Je možné tedy konstatovat, že

Graf 1. Průběh koeficientu variace u plavce C
Graph 1. Course of the coefficient of variation for swimmer“C”

tito sledovaní plavci, s výjimkou plavce B, vyrovnávají nestejně intenzivní kop pravou a levou dolní končetinou pomocí břišních svalů a následně pak i rozdílným množstvím elektrického potenciálu v dalších sledovaných svaích. Přesto lze konstatovat, že plavecká technika je poměrně stabilní.

Plavecký způsob prsa

Plavecký způsob prsa rovněž absolvovali všichni čtyři plavci. Plavecký krok byl změřen od okamžiku, kdy se tělo v důsledku přitahování loktů prohýbá, hlava a ramena se zvedají co nejvýš nad hladinu. V okamžiku, kdy nadloktí dosáhne polohy téměř kolmé k hladině, je fáze záběru ukončena a plavec vdechuje. HOFER et al. (2000) plavecký krok je ukončen ve stejném okamžiku následujícího plaveckého kroku. Jak je vidět z tabulky 3, průměrný koeficient variace u všech čtyř plavců, s výjimkou m. latissimus dorsi sin. u plavce „C“, leží v intervalu 20-40 %, který jsme označili za interval průměrné stability pokusů.

Vyšší průměr u uvedeného svalu je způsoben i lokálním maximem (109 %), které je v počáteční fázi plaveckého kroku (7 % času) a může být způsobeno tím, že po nádechu plavec nemá stejně uvolněné svaly na levé i pravé straně těla.

hodnoty koeficientu variability u břišních svalů jsou pravděpodobně způsobeny vyrovnáváním nestabilní polohy při nestejně silném kopu oběma končetinami, tedy zdravou dolní končetinou a poamputačním pahýlem. Celkově jako příčinu této průměrné stability v provedení dovednosti přičítáme reakci plavce na stranově různou propulzní sílu dolních končetin.

Plavecký způsob znak

Plavecký způsob znak jsme měřili pouze u tří plavců, plavec s označením „A“ tento způsob nechtěl absolvovat. Výsledky u plavce s označením „C“ lze považovat, stejně jako u způsobu kraul, za vysoce stabilní provedení plaveckého způsobu znak. U plavkyň „C“ a „D“ dosahují průměrné výsledky koeficientu variability podobných výsledků jako v případě plaveckého způsobu kraul s rozdílem nižších hodnot směrodatných odchylek. Lze tedy konstatovat, že výsledky jsou poměrně homogenní. Průměrnou stabilitu pokusů vysvětlíme obdobně pomocí průběhu koeficientu variability a jeho časové analýzy. U plavkyň „D“ se u většiny svalů jedná o změny v pásmu průměrné stability, což odpovídá vyrovnávání nestabilní polohy při možné nesymetrické práci dolních končetin.

Tabulka 3. Koeficient variace u plaveckého způsobu prsa
Table 3. Coefficient of variation in the way of swimming breast

Koeficient variace - prsa [%]								
Sledované svaly	A				B			
	Průměr	Max.	Min.	SD	Průměr	Max.	Min.	SD
m. latissimus dorsi dx.	41,9	79,5	7,6	18,6	27,4	56,2	8,5	9,6
m. latissimus dorsi sin.	29,5	46,1	14,4	8,2	23,8	36,8	13,7	4,9
m. obliques abdominis. ext. dx.	32,9	65,1	19,1	9,2	31,5	81,1	9,2	13,6
m. obliques abdominis. ext. sin.	27,9	38,8	15,7	5,8	32,8	59,6	13,0	11,4
m. pectoralis major. dx.	32,6	63,0	12,6	14,7	25,5	49,9	10,1	9,1
m. pectoralis major. sin.	37,6	72,5	20,9	10,9	31,8	47,6	7,6	8,4
	C				D			
	Průměr	Max.	Min.	SD	Průměr	Max.	Min.	SD
m. latissimus dorsi dx.	21,5	44,7	7,8	7,3	16,3	33,0	7,6	5,8
m. latissimus dorsi sin.	51,1	109,1	27,1	17,8	17,8	35,9	8,2	5,1
m. obliques abdominis. ext. dx.	28,1	48,2	15,6	6,3	23,2	40,4	10,2	7,5
m. obliques abdominis. ext. sin.	30,1	46,1	16,9	7,8	24,8	35,1	10,4	5,8
m. pectoralis major. dx.	24,5	52,4	8,8	8,9	25,3	48,3	9,6	8,5
m. pectoralis major. sin.	23,6	43,4	10,0	7,1	27,7	63,2	9,2	12,8

Elektrická aktivita v tomto časovém okamžiku je vzhledem k celkové intenzitě zapojení svalu m. latissimus dorsi sin. minimální, a tím jakékoli změny v elektrickém potenciálu mohou být takto vysoké. Nepovažujeme to tudíž za odchylku v provedení dovednosti, ale za běžný jev, který může nastat v průběhu jakéhokoli pohybu. Vyšší

Vyšších rozdílů v koeficientu variability – tedy větších rozdílů v naměřeném elektrickém potenciálu dochází u m. pectoralis major sin. V první části průběhu pohybu (19 -23 % času), tedy v době na konci přechodové fáze a na začátku fáze záběrové. Může to být způsobeno snahou o korekci rychlosti plavání. Lokálního extrému s maximem

Tabulka 4. Koefficient variace u plaveckého způsobu znak
Table 4. Coefficient of variation in the way of swimming backstroke

Koefficient variace - znak [%]								
Sledované svaly	A				B			
	Průměr	Max.	Min.	SD	Průměr	Max.	Min.	SD
m.latissimus dorsi dx.					2,3	5,3	0,7	1,1
m.latissimus dorsi sin.					2,3	6,1	0,9	1,2
m.obliques abdominis. ext.. dx.					4,0	8,0	1,4	1,9
m.obliques abdominis. ext.. sin.					3,2	6,0	1,5	1,1
m.pectoralis major. dx.					2,9	7,9	0,8	1,4
m.pectoralis major. sin.					2,1	5,7	0,7	1,1
	C				D			
	Průměr	Max.	Min.	SD	Průměr	Max.	Min.	SD
m.latissimus dorsi dx.	29,0	58,0	10,7	12,5	20,3	33,2	10,0	5,1
m.latissimus dorsi sin.	30,6	44,9	17,6	5,7	21,9	37,3	11,9	5,8
m.obliques abdominis. ext.. dx.	28,2	53,0	10,4	11,5	22,1	39,6	11,3	6,8
m.obliques abdominis. ext.. sin.	58,0	69,2	44,4	6,4	23,8	48,4	11,0	8,5
m.pectoralis major. dx.	41,8	53,9	19,0	7,0	24,9	39,8	13,8	5,9
m.pectoralis major. sin.	42,0	84,0	16,2	16,1	27,9	45,0	13,7	6,4

48 % dosahuje v závěru 90 % času, což lze vysvětlit snahou o vyrovnaní porušení rovnováhy při nestejně intenzivní práci dolních končetin. Celkově lze tento plavecký způsob u plavkyně „D“ označit jako průměrně stabilní (na dolní hranici naší posuzovací škály /interval 20-40 %/).

Celkově lze říci, že v plaveckém způsobu znak mohou plavci dosahovat velmi stabilního provedení (plavec „A“) a velmi se k tomuto označení blíží také plavec „D“. Je tedy možné, že poloha na zádech je pro handicapované plavce zvládnutelná.

Závěr

Výsledky samozřejmě nemohou být zobecněny, pouze naznačují, že lze hodnotit naučené dovednosti pomocí EMG ve vodním prostředí. Výsledky případových studií handicapovaných plavců ukazují na možnosti využití EMG pro hodnocení stability pokusů. Průběh i popisné statistiky (průměr, směrodatná odchylka, variační rozpětí) koeficientu variace, získaného z opakovaného měření EMG aktivity vybraných svalů, se ukazují jako nástroj, který může odhalit jednak míru stability pokusů, ale i kritická místa v pohledu na individuální provedení plaveckého kroku.

Literatura

Bělková, T. (1994). *Zdravotní a léčebné plavání*. 1. vydání, UK Praha: Karolinum.

Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál.

Hofer et al. (2000). *Technika plaveckých způsobů*. 1. vyd. Praha: Karolinum.

Konrad, P. (2009). *The ABC of EMG a Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. uloženo na [www: http://reseau.risc.cnrs.fr/fichiers/aperçu.php?numero=1](http://reseau.risc.cnrs.fr/fichiers/aperçu.php?numero=1).

Kudláček, M et al. (2008). *Paralympijský školní den. 1*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Těšitelová, P. (2001). *Sportovní příprava tělesně postižených v plavání*. Diplomová práce. Praha: FTVS UK.

Travell, JG., Simons, DG. (1999). *Myofascial Pain and Dysfunction: the triggerpoint manual*. Vol. 1. Baltimore: Williams & Wilkins.

doc. PhDr. Vladimír Süß, Ph.D.
UK FTVS Praha, katedra sportovních her
José Martiho, 31
162 52 Praha 6 – Veveřslavín
+420220172213
suss@ftvs.cuni.cz