

# Analyza úrovne silových schopností synchronizovaných plavkýň

## Analysis of Strength Level Abilities in Synchronized Swimming

Jana Labudová, Ivan Matuš

Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava, SR

### Abstrakt

*Príspevok prezentuje výsledky diagnostiky silových schopností horných končatín synchronizovaných plavkýň súťažiacich vo vekových kategóriách starších žiačok, junioriek a senioriek. Úroveň telesného rozvoja posudzovaného podľa BMI noriem pre bežnú populáciu odzrkadľuje požiadavky športového výkonu v tomto esteticko-koordinačnom športe. Na zistenie úrovne sily a výkonu bol použitý plavecký ergometer (Swimergo). Výsledky meraní preukázali vyrovnanú úroveň silových parametrov v rámci súborov. Štatisticky významný sa prejavil vzťah medzi maximálnou silou a výkonom pravej a ľavej paže, pričom dominantnejšia sa u všetkých probandiek prejavila pravá paža. Štatisticky významné rozdiely výsledkov medzi skupinami poukázali na vývojové tendencie rastu sily a výkonu počas záberov paží od starších žiačok po juniorky až seniorky.*

### Abstract

*This paper presents the results of the diagnostic strength capabilities of the upper limbs synchronized swimmer competing in two age groups. The level of physical development considered by BMI standards of normal population reflects the requirements of sports in this aesthetic-coordination sport. We have used swimming ergometer (swimergo) to determine the level of strength and performance. Measurement results show a balanced level of strength parameters in the group. Statistically significant relationship between maximum strength and performance of right and left arms, and dominance is reflected in all members in right arm. Statistically significant differences in results between the groups pointed to tendencies of growth strength and performance during arms stroke of the older female pupils to juniors and seniors.*

**Kľúčové slová:** diagnostika silových schopností, synchronizované plávanie, vekové kategórie, plavecký ergometer

**Keywords:** diagnostics of strength abilities, synchronized swimming, ages, swimming ergometer

### ÚVOD

Cieľom športového výkonu v synchronizovanom plávaní, ktorý má esteticko-koordinačný charakter, je dokonalé vykonanie náročnej pohybovej zostavy pomocou dokonalej techniky. Predstavuje prepojenie plaveckej kompetencie s umeleckými hodnotami baletu, tanca a akrobacie. Získanie optimálnej športovej výkonnosti vyžaduje zvládnutie nielen techniky plaveckých spôsobov a špeciálnu techniku pri vykonávaní predpísaných polôh, obrátov a presunov, ale i požadovanú úroveň gymnastických zručností, rytmus, hudobnosť a úroveň individuálneho umeleckého prejavu (Labudová, 2009). Na základe celkovej analýzy doterajších výsledkov výskumov v oblasti štruktúry športového výkonu v synchronizovanom plávaní predpokladáme výraznejší vplyv motorických ukazovateľov: vytrvalostné schopnosti, špeciálna vytrvalosť, sila končatín a brušného svalstva, kĺbová pohyblivosť a koordinácia v špecifickom vodnom prostredí (Streitová, 1996; Duvač – Labudová, 2008; Doležajová – Lednický, 2002; Čechovská – Peslová, 2007; Labudová – Zemková, 2009). Športový výkon v synchronizovanom plávaní má svoju špecifickú štruktúru a jej diagnostikovanie, analyzovanie a poznanie je základným východiskom pre systematické dlhodobé tréningové a súťažné zaťažovanie (Bočková – Labudová, 2004). V súlade s názormi Olšák (2006), Ružbarský (2006) má význam využitie športovej diagnostiky nielen pri výbere talentovanej mládeže pre plavecké športy, etapovú diagnostiku trénovanosti, denné posudzovanie stavu organiz-

mu a jeho reakcie na predchádzajúcu záťaž, ale aj poskytovanie spätnoväzbových informácií vo vlastnom priebehu jednotky zaťaženia, a tým možnosť priameho zvyšovania efektivity tréningu.

Silové schopnosti sú základné a rozhodujúce schopnosti človeka, bez ktorých sa nemôžu ostatné pohybové schopnosti prejavíť a rozvinúť. Väčšina autorov Dovalil et al. (2002), Moravec et al. (2004), Kasa (2002, 2006) atď. definujú silu ako schopnosť nervovo-svalového aparátu prostredníctvom svalovej činnosti prekonať určitý odpor vonkajšieho prostredia. Na posudzovanie úrovne silových schopností boli vytvorené unifikované testové batérie Eurofit a Unifittest (6-60), ktoré sú postačujúce pre stredné školy a bežnú populáciu (Moravec – Kampmiller – Sedláček et al., 1996).

Pre potreby diagnostiky silových schopností vo výkonnostnom a vrcholovom plávaní boli skonštruované rôzne plavecké pomôcky na suchu ako aj vo vode (biokinetická lavica, ergometre, tenzometre, pružné závesy atď.). Novšie technologické postupy v testovaní sily u plavcov nám umožňujú zistiť maximálnu produkovanú silu v deltovom svale počas aktivít, ktoré skoro presne napodobňujú pohyby používané v plávaní. Napr. izokinetický prístroj – biokinetická plavecká lavica BiokinetiC™ (Richmond, California) je schopná testovať plaveckú silu, poskytuje možnosť napodobňovať pohyb v ramennom kĺbe počas motýlikového a kraulového záberu. Vývoje systémov výstupných počítačových báz merajúcich silu a výkon počas cvičenia sa snažia o citlivé a spoľahlivé výsledky stanovenia svalového výkonu počas vykonávania cvičenia (Costil – Maglischo – Richardson, 1992). Firma WEBA sport skonštruovala plavecký ergometer – Swim ergometer, ktorý slúži pre potreby plavcov, vie simulovať plavecký pohyb a zároveň umožňuje meranie a následné diagnostikovanie nameraných výsledkov. Prístroje na diagnostiku silových schopností v plávaní, ale aj v iných športoch sa stávajú neodmysliteľnou súčasťou každého tréningu, ako aj vo výskume pri zisťovaní svalovej činnosti pri maximálnych zaťaženiach rýchlostne-silového charakteru (Matúš – Macejková, 2009).

Pri aplikácii plaveckého ergometra u synchronizovaných plavkyň vychádzame z analogickej trajektórie záberov paží počas realizácie športového výkonu ako v plávaní. Výskum sa realizoval v rámci grantovej úlohy VEGA č. 1/0674/08.

## CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce bolo diagnostikovať úroveň silových schopností paží počas imitovaného prsiarskeho záberu a počas imitovaného záberu pri výpichu (trčenie). Oba typy záberov sa priamo vyskytujú v športovom výkone v synchronizovanom plávaní. Porovnaním zistených výsledkov u mladšej a staršej vekovej kategórie poukázať na vývojové tendencie rastu sily a výkonu paží, súvisiace s ontogenezou a dĺžkou športovej prípravy.

## METODIKA

Súbor tvorilo 21 synchronizovaných plavkyň (Tab. 1). V staršej vekovej kategórii bolo zaradených 10 senioriek a junioriek vo veku od 16 – 20 rokov (1. skupina) a v mladšej vekovej kategórii 11 starších žiačok vo veku od 12 – 15 rokov (2. skupina). Pretekárky sa zúčastňujú na významných domácich aj zahraničných podujatiach ako sú Majstrovstvá Slovenskej a Českej republiky a 8 juniorských reprezentantiek súťažilo v roku 2009 na Majstrovstvách Európy.

Tabuľka 1 Základná charakteristika súboru

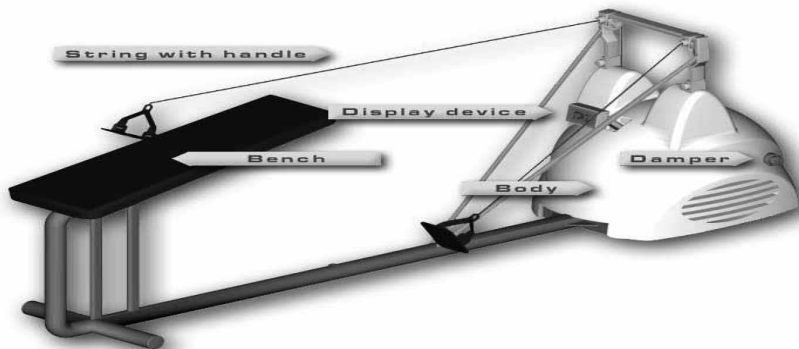
1. skupina - Seniorky a juniorky (n=10)				2. skupina - Staršie žiačky (n=11)		
	Stature (cm)	Body weight (kg)	BMI	Stature (cm)	Body weight (kg)	BMI
arithmetic average	171,2	56,6	19,285	161,64	48,36	18,38
standard deviation	4,3919	5,1034	1,2508	7,6456	8,3579	1,8306
min.	163	46	17,313	151	36	15,789
max.	180	63	20,809	171	61	20,861

Testovanie prebiehalo na FTVŠ UK v Bratislave v roku 2009, v prípravnom období zimnej sezóny ročného tréningového cyklu, v mesiaci november. Súbor sa po štandardnom rozcvičení podrobil testovaniu. Monitorovanie silových schopností paží bolo realizované na plaveckom ergometri Swimergo. Na registrovanie silových schopností sme použili dva testy.

Prvý test spočíval v monitorovaní silových parametrov po dobu 10 sekúnd, kde probandky imitovali prsiarsky záber. Probandka ležala na lavici v polohe na prsiach, hornými končatinami k prístroju. Na zvukový signál začala ťahať lanko ergometra synchronne obidvoma pažami zo vzpaženia smerom dozadu (imitácia prsiarskeho záberu vo vode) po dobu 10 sekúnd. Všetky probandky absolvovali 2 opakovania s intervalom odpočinku 4 min.

V druhom teste sme registrovali rovnaké parametre sily počas troch záberov paží, ktoré imitovali pohyby počas trčenia (výpichu). Tento typ záberov paží aplikujú pretekárky počas vykonania niektorých povinných figúr a v súťažných zostavách. Probandka ležala na chrbte dolnými končatinami k prístroju. Paže sa nachádzali pri tele a na znamenie smerovali cez upaženie do vzpaženia a späť. Všetky probandky absolvovali podobne ako v prvom testovaní 2 opakovania s intervalom odpočinku 4 minúty.

Na získanie výskumných dát bol použitý plavecký ergometer Swimergo (Obr.1). Je to produkt firmy Weba sport, ktorý umožňuje plavcovi simulovať plavecký pohyb na suchu. Umožňuje zvýšiť a zlepšiť pevnosť a pružnosť hornej časti tela a dokáže monitorovať pohyb pravej a ľavej paže pri imitácii rôznych plaveckých spôsobov na tomto prístroji.



Obrázok 1 Plavecký ergometer Swimergo

Vonkajšia časť sa skladá z kovovej konštrukcie, plastového krytu a displeja. Na kovovej konštrukcii sú upevnené kladky s lankami, na konci ktorých sú pripevnené "packy", ktoré si plavec natiahne na ruky pred cvičením. Druhý koniec laniek vedie do prístroja na navíjače. Systém kladiek umožňuje predozadný pohyb, ale taktiež pohyb do strán. Sensory, ktoré sa nachádzajú vo vnútri prístroja na navíjačoch cez káble, prenášajú údaje na displej, ktorý sa nachádza nad prístrojom. Plavec môže na displeji v priebehu cvičenia vizuálne kontrolovať zábery. Vo vnútornej časti prístroja sa nachádza odporová turbína s regulátorom, ktorá je poháňaná silou ťahania. Turbína sa dá otvoriť alebo zatvoriť, čím dosiahneme konštantný odpor. Pri otvorenej turbíne kladie prístroj väčší odpor. Cez turbínu prechádza hriadeľ, na ktorom sa nachádzajú navíjacie systémy, ktoré majú vlastné nezávislé senzory. Lanká sa pri potiahnutí odvíjajú a pri uvoľnení naspäť navíjajú. Aby bola zabezpečená stálosť ťahania, vo vnútri sa nachádza systém kladiek prepojených elastickým lankom, ktoré zabezpečujú spätné navínutie. Druhá časť prístroja sa skladá z kovovej konštrukcie s doskou, na ktorej plavec počas cvičenia leží. Zaznamenané údaje sa prenášajú do počítača, ktoré spracuje a vyhodnotí program Weba expert. Zoznam sledovaných ukazovateľov uvádza tabuľka 2.

Tabuľka 2 Sledované ukazovatele

BMI	index telesnej hmotnosti
Left arm	ľavá paža
Right arm	pravá paža
Force avr. [N]	priemerná sila počas záberu
Force max. [N]	maximálna sila počas záberu
Power avr. [W]	priemerný výkon počas záberu
Power max. [W]	maximálny výkon počas záberu
Force 1 avr. [N]	priemerná sila ľavej paže počas záberu
Force 1 max. [N]	maximálna sila ľavej paže počas záberu
Power 1 avr. [W]	priemerný výkon ľavej paže počas záberu
Power 1 max. [W]	maximálny výkon ľavej paže počas záberu
Stroke lenght 1 avr. (cm)	priemerná dĺžka záberu ľavej paže počas záberu
Force 2 avr. [N]	priemerná sila pravej paže počas záberu
Force 2 max. [N]	maximálna sila pravej paže počas záberu
Power 2 avr. [W]	priemerný výkon pravej paže počas záberu
Power 2 max. [W]	maximálny výkon pravej paže počas záberu
Stroke lenght 2 avr. (cm)	priemerná dĺžka záberu pravej paže počas záberu
Arithmetic average	aritmetický priemer
Standard deviation	smerodajná odchýlka
Var.	variačné rozpätie
Min.	minimum
Max.	maximum

Na vyhodnotenie výsledkov meraní sme použili matematicko-štatistické a logické metódy. Na zistenie úrovne štatistickej významnosti vzťahov medzi sledovanými ukazovateľmi sme použili neparametrický Wicoxonov T-test. Závislosť medzi sledovanými skupinami sme vyhodnocovali neparametrickým Mann-Whitneyovým U-testom.

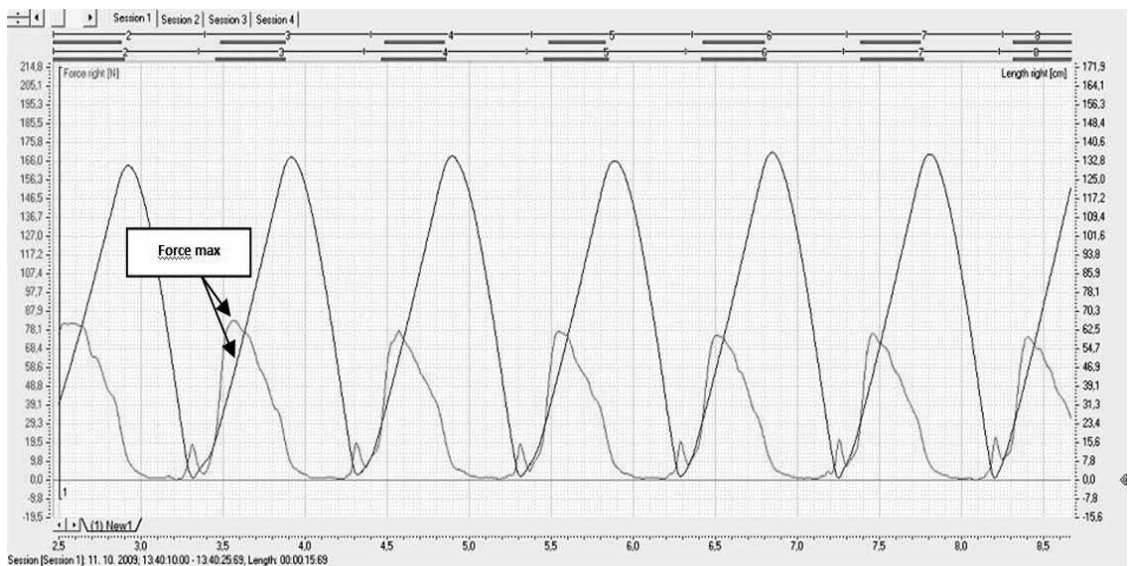
## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z hľadiska úrovne telesného rozvoja (Tab. 1) konštatujeme, že priemerná výška prvej skupiny probandiek bola 171,2 cm, čo je o 9,56 cm viac ako u druhej skupiny probandiek (161,6 cm). Rozdiel v priemernej telesnej hmotnosti medzi prvou a druhou skupinou bol 8,24 kg. Pri posúdení priemernej hodnôt BMI (Body Mass Index) sme u starších žiačok zistili 18,38 čo je o 0,81 lepšia priemerná hodnota v porovnaní s juniorkami a seniorkami. Podľa noriem pre bežnú populáciu sa probandky pohybujú v norme až v miernej podvýžive, čo odzrkadľuje požiadavky športového výkonu v tomto esteticko-koordinačnom športe.

V prvom teste prvej skupiny probandiek (juniorky a seniorky) zo získaných výsledkov silových schopností paží konštatujeme vyrovnanú úroveň súboru (Tab. 3). Priemerná dĺžka záberu ľavej paže počas 10 s imitovania prsiarskeho záberu bola v prvej skupine 122,7 cm, pričom najvyššiu priemernú hodnotu dosiahla probandka K.K. (133 cm). Priemerná dĺžka záberu pravej paže počas 10 s v prvej skupine bola 123,1 cm, pričom najvyššiu priemernú hodnotu dosiahla opäť probandka K.K. (134 cm). Pri porovnaní priemerných dĺžok záberu konštatujeme dlhšiu dráhu pravej paže. Prvá skupina dosiahla priemernú silu záberu ľavou pažou 44,2 N, pričom maximálna sila ľavej paže predstavovala 51,9 N. Priemerná sila záberu pravou pažou 49,6 N, pričom maximálna sila pravej paže predstavovala 58 N. Dosiahnutý priemerný výkon ľavej paže počas 10 s intervalu bol v prvej skupine 50,2

W, u pravej paže bola hodnota 61,5 W. Maximálny výkon zaregistrovaný ľavou pažou predstavoval 55,6 W a pravou 67,9 W. Je potrebné poznamenať, že výkon charakterizuje vykonanú prácu za časovú jednotku. V našom prípade probandky pôsobili silou horných končatín ( $F$ ) na ťahadlo prístroja (teleso) a premiestňovali ho po dráhe ( $s$ ) v smere pôsobiacej sily – smerom vzad. Zistený výkon (fyzikálna veličina) teda poukazuje na to, ako rýchlo danú prácu vykonali. Zistené výsledky prezentujú u probandiek dominanciu pravej paže jednak z hľadiska sily záberu, ako aj z hľadiska výkonu. Napriek tomu, že probandky B.D. a S.A. nevykonali najdlhší záber, zaregistrovali sme u nich najvyššie hodnoty priemernej a maximálnej sily a výkonu počas záberov oboch paží. Uvedené zistenie poukazuje na priebeh sily počas záberu, ktorý narastá s dĺžkou záberu, kde sila dosiahne maximálne hodnoty skôr ako je ukončená dráha pohybu (Obr.2).

Pri celej súhre (test 1) sme v prvej skupine namerali hodnoty priemernej sily – 93,9 N, pričom najvyššiu hodnotu zo sledovaného súboru sme zaznamenali probandke M. L., ktorej priemerná sila ľavej paže bola 103 N. Maximálna sila dosiahnutá pri imitácii prsiarskeho záberu v sledovanom súbore mala hodnotu 110,2 N. Najvyššiu maximálnu silu počas 10 sekúnd testovania sme zaregistrovali probandke S. A. (120 N). Priemerný výkon prvej skupiny v súhre bol 111,6 W a maximálny 123,2 W. Podobne ako pri sile najvyššie hodnoty priemerného 137 W, ale aj maximálneho 145 W výkonu dosiahla probandka M.L.



Obrázok 2 Priebeh dĺžky a sily záberu pravej paže u probandky B.D. (test 1)

Na základe vyhodnotenia vzťahov medzi sledovanými ukazovateľmi v 1. skupine probandiek v teste 1 konštatujeme tesnú závislosť priemerných a maximálnych hodnôt sily a výkonu, ktorá sa prejavila na 1% hladine štatistickej významnosti (Tab. 4).

Tabuľka 3 Matematicko-štatistická charakteristika výsledkov 1. skupiny (test 1)

	Force (N)		Power (W)		Left arm					Right arm				
	avr.	max.	avr.	max.	Stroke Length avr.(cm)	Force 1 (N)		Power 1 (W)		Stroke Length avr.(cm)	Force 2 (N)		Power 2 (W)	
						avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.	avr.	max.
<b>arithmetic average</b>	93,90	110,20	111,60	123,20	122,70	44,20	51,90	50,20	55,60	123,10	49,60	58,00	61,50	67,90
<b>standard deviation</b>	6,15	7,38	15,29	16,44	6,24	2,15	3,00	6,86	7,31	7,26	4,38	4,50	8,78	9,45
<b>median</b>	95,50	111,00	113,00	125,50	121,00	44,50	53,50	51,00	57,00	121,00	51,00	58,00	62,00	68,50
<b>min.</b>	83,00	97,00	90,00	96,00	112,00	41,00	47,00	41,00	43,00	111,00	42,00	50,00	49,00	53,00
<b>max.</b>	103,00	120,00	137,00	145,00	133,00	47,00	55,00	60,00	65,00	134,00	56,00	65,00	77,00	81,00
<b>var.</b>	20,00	23,00	47,00	49,00	21,00	6,00	8,00	19,00	22,00	23,00	14,00	15,00	28,00	28,00

Tabuľka 4 Neparametrický Wilcoxonov T-test 1. skupina (test 1)

	T - test	Sign.
	avr.	0,490
Force	avr.	<b>2,752**</b> p<0,01
	max.	<b>2,752**</b> p<0,01
Power	avr.	<b>2,752**</b> p<0,01
	max.	<b>2,752**</b> p<0,01

V druhej skupine (staršie žiačky) z nameraných výsledkov silových parametrov sme zaregistrovali taktiež vyrovnanú úroveň súboru. Výsledky nám poukazujú na fakt, že aj v tomto súbore je dominantnejšia pravá paža, kde sme zistili dlhšiu dráhu záberu, vyššie hodnoty priemernej a maximálnej sily a výkonu pri záberoch počas 10 s. Priemerná dĺžka záberu pravej paže bola 118,36 cm a najdlhšiu dráhu záberu sme zaregistrovali u probandky Ac. L. (129 cm). Priemerná dĺžka záberu ľavej paže bola 117,36 cm. Podobne ako pri pravej paži tak aj pri ľavej sme zaznamenali najdlhšiu dráhu záberu probandke Ac. L. (128 cm). Pri dominantnejšej pravej paži sme v druhej skupine namerali vyššie hodnoty priemernej (45,09 N) a maximálnej (48,64 N) sily oproti hodnotám priemernej (40,73 N) a maximálnej (44 N) sily registrovanej ľavou pažou. Priemerný výkon pravej paže v súbore bol 45,5 W a maximálny 48,64 W. Keďže ľavá paža bol slabšia, vyprodukovala aj menší výkon, kde priemerný výkon ľavej paže v súbore bol 37,09 W a maximálny výkon bol 42,27 W. Najvyššie hodnoty priemernej a maximálnej sily a výkonu v druhej skupine sme zaznamenali u probandky s najdlhšou dĺžkou záberu (Tab. 5).

Tabuľka 5 Matematicko-štatistická charakteristika výsledkov 2. skupiny (test 1)

	Force (N)		Power (W)		Left arm					Right arm				
	avr.	max.	avr.	max.	Stroke Length avr.(cm)	Force 1 (N)		Power 1 (W)		Stroke Length avr.(cm)	Force 2 (N)		Power 2 (W)	
						avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.	avr.	max.
<b>arithmetic average</b>	86,36	92,55	83,00	93,73	117,36	40,73	44,00	37,09	42,27	118,36	45,09	48,64	45,55	50,45
<b>standard deviation</b>	12,82	12,80	14,16	17,40	5,43	5,87	6,00	6,06	7,99	5,92	7,27	6,99	8,10	9,16
<b>median</b>	87,00	94,00	82,00	97,00	116,00	40,00	44,00	38,00	43,00	118,00	43,00	49,00	44,00	49,00
<b>min.</b>	71,00	77,00	62,00	69,00	110,00	34,00	36,00	29,00	31,00	111,00	37,00	40,00	34,00	37,00
<b>max.</b>	113,00	119,00	108,00	124,00	128,00	53,00	55,00	48,00	59,00	129,00	60,00	64,00	60,00	63,00
<b>var.</b>	42,00	42,00	46,00	55,00	18,00	19,00	19,00	19,00	28,00	18,00	23,00	24,00	26,00	26,00

Druhej skupine sme pri celkovej súhre záberov paží zaznamenali priemernú silu 86,36 N a maximálnu silu 92,55 N. Priemerný výkon mal hodnotu 83 W a maximálny 93,37 W. Najvyššie hodnoty priemer-

nej (113 N) a maximálnej (119 N) sily, ale aj priemerného (108 W) a maximálneho (112 W) výkonu v celej súhre sme zaregistrovali probandke (Ac.L.), ktorá mala aj najvyššie hodnoty silových schopností pravej a ľavej paže. Na základe vyhodnotenia vzťahov medzi sledovanými ukazovateľmi v 2. skupine probandiek v teste 1 konštatujeme tesné závislosti priemerných a maximálnych hodnôt sily a výkonu, ktorá sa prejavila na 1% hladine štatistickej významnosti (Tab. 6).

Tabuľka 6 Neparametrický Wilcoxonov T-test 2. skupina (test 1)

		T - test	Sign.
	avr.	1,580	
Force	avr.	<b>2,801**</b>	p<0,01
	max.	<b>2,712**</b>	p<0,01
Power	avr.	<b>2,890**</b>	p<0,01
	max.	<b>2,890**</b>	p<0,01

Na základe zistených výsledkov na plaveckom ergometri môžeme konštatovať, že probandky vekovej kategórie juniorky a seniorky dosiahli podľa očakávania vo všetkých sledovaných ukazovateľoch v teste 1 lepšie výsledky ako probandky vo vekovej kategórii staršie žiačky. Porovnaním výsledkov oboch skupín môžeme konštatovať závislosť väčšiny sledovaných ukazovateľov na 1% hladine štatistickej významnosti (Tab. 7).

Tabuľka 7 Neparametrický Mann-Whitneyov U-test (test 1)

T e s t	Stature	Body Weight	BMI	Left arm				Right arm					
				Stroke Length avr.(cm)	Force 1 [N]		Power 1 [W]		Stroke Length avr.(cm)	Force 2 [N]		Power 2 [W]	
					avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.	avr.	max.
	<b>2,766**</b>	<b>2,227*</b>	1,303	<b>1,942(*)</b>	<b>1,843(*)</b>	<b>2,731**</b>	<b>3,248**</b>	<b>2,896**</b>	<b>1,776(*)</b>	<b>1,732(*)</b>	<b>2,892**</b>	<b>3,171**</b>	<b>3,103**</b>
	p<0,01	p<0,05		p<0,10	p<0,10	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,10	p<0,10	p<0,01	p<0,01	p<0,01

Poznámka: \*\* p < 0,01; \* p < 0,05; (\*) p < 0,10

V druhom teste prvej skupiny probandiek (juniorky a seniorky) zo získaných výsledkov silových schopností paží konštatujeme vyrovnanú úroveň súboru (Tab. 8). Priemerná dĺžka záberu ľavej paže počas imitovania záberov pri výpichu bola v prvej skupine 125,1 cm, pričom najvyššiu priemernú hodnotu dosiahla probandka M.L. (144 cm). Priemerná dĺžka záberu pravej paže počas imitovania záberov pri výpichu bola 124 cm, pričom najvyššiu priemernú hodnotu dosiahla opäť probandka M.L. (137 cm). Pri porovnaní priemerných dĺžok záberu konštatujeme dlhšiu dráhu ľavej paže. Prvá skupina dosiahla priemernú silu záberu ľavou pažou 40 N, pričom maximálna sila ľavej paže predstavovala 39,8 N. Priemerná sila záberu pravou pažou 40,6 N, pričom maximálna sila pravej paže predstavovala 41,8 N. Dosiahnutý priemerný výkon ľavej paže bol 31,7 W, u pravej paže bola hodnota 38,1 W. Maximálny výkon zaregistrovaný ľavou pažou predstavoval 32,5 W a pravou 39,2 W.

Zistené výsledky v druhom teste poukazujú u probandiek na dominanciu pravej paže jednak z hľadiska sily záberu, ako aj z hľadiska výkonu. Pri celej súhre (test 2) sme v prvej skupine namerali hodnoty priemernej sily 79,4 N pričom najvyššiu hodnotu zo sledovaného súboru sme zaznamenali probandke B.D (94 N). Priemerný výkon prvej skupiny v súhre bol 69,7 W a maximálny výkon dosiahla H.P. (82 W). Výsledky testu 2 v prvej skupine probandiek uvádza tabuľka 8. Na základe vyhodnotenia vzťahov medzi sledovanými ukazovateľmi v 1. skupine probandiek v teste 2 konštatujeme tesnú závislosť priemerných a maximálnych hodnôt výkonu, ktorá sa prejavila na 1% hladine štatistickej významnosti (Tab. 9).

Tabuľka 8 Matematicko-štatistická charakteristika výsledkov 1. skupiny (test 2)

	Force [N]		Power [W]		Left arm					Right arm				
	avr.	max.	avr.	max.	Stroke length avr.(cm)	Force 1 [N]		Power 1 [W]		Stroke length avr.(cm)	Force 2 [N]		Power 2 [W]	
						avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.	avr.	max.
arithmetic average	79,40	81,70	69,70	71,70	125,10	40,00	39,80	31,70	32,50	124,00	40,60	41,80	38,10	39,20
standard deviation	7,52	8,12	7,15	6,40	8,85	5,83	4,52	3,06	3,10	8,12	3,72	4,05	4,31	4,05
median	79,50	81,50	70,50	72,00	125,50	39,00	39,50	32,00	32,50	125,00	41,00	42,00	38,50	39,50
min.	68,00	70,00	56,00	59,00	111,00	34,00	34,00	26,00	27,00	108,00	34,00	35,00	30,00	32,00
max.	94,00	98,00	80,00	82,00	144,00	52,00	48,00	36,00	38,00	137,00	48,00	50,00	44,00	45,00
var.	26,00	28,00	24,00	23,00	33,00	18,00	14,00	10,00	11,00	29,00	14,00	15,00	14,00	13,00

Tabuľka 9 Neparametrický Wilcoxonov T-test 1. skupina (test 2)

		T - test	Sign.
	avr.	1,066	
Force	avr.	0,829	
	max.	<b>2,141*</b>	p<0,05
Power	avr.	<b>2,752**</b>	p<0,01
	max.	<b>2,752**</b>	p<0,01

V druhej skupine (staršie žiačky) z nameraných výsledkov silových parametrov sme zaregistrovali taktiež vyrovnanú úroveň súboru. Výsledky nám poukazujú na fakt, že v tomto súbore je dominantnejšia pravá paža, kde sme zistili dlhšiu dráhu záberu, vyššie hodnoty priemernej a maximálnej sily a výkonu pri záberoch počas imitácie záberov pri výpichu. Priemerná dĺžka záberu ľavej paže bola 116,73 cm a najdlhšiu dráhu záberu sme zaregistrovali u probandky Ac. L. (127 cm). Priemerná dĺžka záberu pravej paže bola 117,45 cm. Podobne ako pri ľavej paži tak aj pri pravej sme zaznamenali najdlhšiu dráhu záberu probandke Ac. L. (128 cm). Pri dominantnejšej pravej paži sme v druhej skupine namerali vyššie hodnoty priemernej (33,55 N) a maximálnej (33,82 N) sily oproti hodnotám priemernej (29,27 N) a maximálnej (29,73 N) sily registrovanej ľavou pažou. Priemerný výkon pravej paže v súbore bol 33,91 W a maximálny 34,73 W.

Keďže ľavá paža bol slabšia, vyprodukovala aj menší výkon, kde priemerný výkon ľavej paže v súbore bol 25,82 W a maximálny výkon bol 26,09 W. Najvyššie hodnoty priemernej a maximálnej sily a výkonu v druhej skupine sme zaznamenali u probandky s najdlhšou dĺžkou záberu (Tab. 10). Pri celej súhre sme zaznamenali priemernú silu 62,73 N a maximálnu silu 63,18 N. Priemerný výkon mal hodnotu 59,91 W a maximálny 60,73 W. Najvyššie hodnoty priemernej a maximálnej sily, ale aj priemerného a maximálneho výkonu v celej súhre sme zaregistrovali probandke (Ac.L.), ktorá mala najvyššie hodnoty silových schopností pravej a ľavej paže.

Tabuľka 10 Matematicko-štatistická charakteristika výsledkov 2. skupiny (test 2)

	Force [N]		Power [W]		Left arm					Right arm				
	avr.	max.	avr.	max.	Stroke length avr.(cm)	Force 1 [N]		Power 1 [W]		Stroke length avr.(cm)	Force 2 [N]		Power 2 [W]	
						avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.	avr.	max.
arithmetic average	62,73	63,18	59,91	60,73	116,73	29,27	29,73	25,82	26,09	117,45	33,55	33,82	33,91	34,73
standard deviation	7,67	7,67	13,93	14,42	6,40	4,36	4,61	6,37	6,36	5,97	3,17	3,40	7,71	7,76
median	63,00	64,00	57,00	58,00	115,00	30,00	31,00	25,00	25,00	116,00	33,00	33,00	32,00	33,00
min.	52,00	52,00	41,00	41,00	109,00	23,00	23,00	17,00	18,00	111,00	29,00	29,00	23,00	24,00
max.	76,00	76,00	85,00	87,00	127,00	36,00	37,00	36,00	37,00	128,00	39,00	40,00	49,00	50,00
var.	24,00	24,00	44,00	46,00	18,00	13,00	14,00	19,00	19,00	17,00	10,00	11,00	26,00	26,00



Na základe vyhodnotenia vzťahov medzi sledovanými ukazovateľmi v 2. skupine probandiek v teste 2 konštatujeme tesnú závislosť priemerných a maximálnych hodnôt sily a výkonu, ktorá sa prejavila na 1% hladine štatistickej významnosti (Tab. 11).

Tabuľka 11 Neparametrický Wilcoxonov T-test, 2. skupina (test 2)

		T - test	Sign.
	avr.	0,948	
Force	avr.	<b>2,890**</b>	p<0,01
	max.	<b>2,890**</b>	p<0,01
Power	avr.	<b>2,980**</b>	p<0,01
	max.	<b>2,980**</b>	p<0,01

Tabuľka 12 Neparametrický Mann-Whitneyov U-test, 2. skupina (test 2)

	Force [N]		Power [W]		Left arm				Right arm					
					Stroke length avr.(cm)	Force 1 [N]		Power 1 [W]		Stroke length avr.(cm)	Force 2 [N]		Power 2 [W]	
	avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.	avr.	max.		avr.	max.		
<b>Test</b>	<b>3,455**</b>	<b>3,558**</b>	<b>1,832(*)</b>	<b>2,079*</b>	<b>2,187*</b>	<b>3,459**</b>	<b>3,423**</b>	<b>2,083*</b>	<b>2,329*</b>	<b>1,763(*)</b>	<b>3,435**</b>	<b>3,435**</b>	1,623	<b>1,767(*)</b>
	p<0,01	p<0,01	p<0,10	p<0,05	p<0,05	p<0,01	p<0,01	p<0,05	p<0,05	p<0,10	p<0,01	p<0,01		p<0,10

Poznámka: \*\* p < 0,01; \* p < 0,05; (\*) p < 0,10

Vyhodnotením výsledkov všetkých sledovaných ukazovateľov v teste 2 môžeme konštatovať, že probandky vekovej kategórie juniorky a seniorky dosiahli podľa očakávania lepšie výsledky ako probandky vo vekovej kategórii staršie žiačky. Porovnaním výsledkov oboch skupín sme zistili závislosť sledovaných ukazovateľov: priemerných hodnôt sily a výkonu pri súhre, záberov pravou a ľavou pažou a v dĺžke dráhy záberu pravou pažou na 1% hladine štatistickej významnosti. Signifikantne (5% hladina štatistickej významnosti) sa prejavil vzťah medzi maximálnym výkonom v súhre, dĺžkou záberu ľavej paže, priemerným a maximálnym výkonom ľavej paže (Tab. 12).

## ZÁVER

Zo zistených výsledkov sledovaných silových parametrov počas imitovaného prsiarskeho záberu a počas imitovaného záberu pri výpichu (trčenie) sme zaregistrovali vyrovnanú úroveň v rámci oboch vekových kategórií. Dominantnosť pravej paže u všetkých probandiek konštatujeme na základe dlhšej dráhy záberu, vyšších hodnôt priemernej a maximálnej sily a výkonu počas imitácie rôznych druhov záberu. Táto skutočnosť sa môže prejavovať v nerovnomerných záberoch pri vykonávaní špeciálnej techniky počas zaujatia jednotlivých polôh (napr. vertikálna poloha strmhľav), ako aj v presunoch pretekárky po súťažnej ploche.

Keďže dobrá úroveň silových schopností paží sa premieta do presnejšej a dokonalejšej realizácie športového výkonu v synchronizovanom plávaní, javí sa predmetné v tréningu venovať pozornosť rovnomernému posilňovaniu oboch paží v suchej príprave. Počas nácviku povinných figúr upriamiť pozornosť na transfer silovo-rýchlostných schopností paží v zdokonalení techniky záberov. Najlepšie výsledky v staršej vekovej skupine sme zaregistrovali u seniorky B.D. a junioriek K.K, L.M. Tieto juniorky sú členkami reprezentácie a na MEJ v roku 2009 obsadili 12. miesto v tímovej zostave. Na vývojové tendencie rastu sily a výkonu počas záberov paží od starších žiačok po juniorky až seniorky potvrdzujú výsledky korelačnej analýzy, kde sa významnosť rozdielov medzi skupinami prejavila štatisticky významná.

Diagnostikou úrovne silových schopností na plaveckom ergometri sa zatiaľ v synchronizovanom plávaní na rozdiel od plávania (Matúš – Macejková, 2009) u nás autori nezaoberali. Sme si vedomí toho, že aktuálnu úroveň silových schopností v synchronizovanom plávaní je dôležité monitorovať v dlhodobejšom časovom horizonte a vo väčších súvislostiach. Zistenie podmienenosti výsledkov v kontexte so súťažnou disciplínou, ako i vo vzťahu k hmotnosti a výške synchronizovanej plavkyne. Uvedená štúdia

naznačuje široké spektrum možností aplikácie tohto zariadenia nielen z dôvodu monitorovania aktuálneho stavu, ale aj ako vhodný tréningový prostriedok rozvoja silovo-rýchlostných schopností pretekárov.

### Literatúra

- BOČKAYOVÁ, E.; LABUDOVÁ, J. 2004. Vzťah medzi úrovňou telesného rozvoja, pohybovou výkonnosťou a športovým výkonom 15-18 ročných synchronizovaných plavkýň. Bratislava: Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae. Bratislava: Univerzita Komenského, XLV, 2004.
- ČECHOVSKÁ, I.; PESLOVÁ, E. 2007. Nebojte se v plavání využívat sculling: Praha, TVSM 73., č.6, 2007, s. 24-30. ISSN 1210-7689.
- COSTIL, D. L., MAGLISCHO, E. W., RICHARDSON, A. B. 1992. *Swimming. Handbook of sport medicine and science*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992, ISBN 0-632-03331-2.
- DUVAČ, I.; LABUDOVÁ, J. 2008. Úroveň rovnováhových schopností a špeciálnych vytrvalostných schopností v synchronizovanom plávaní. In: *Současný sportovní trénink*. Praha: Olympia. ISBN 978-80-7376-079-3, s. 64 – 67.
- DOVALIL, J. et al. 2002. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002, s. 96, ISBN 80-7033-760-5.
- DOLEŽALOVÁ, L.; LEDNICKÝ, A. 2002. Rozvoj koordinačných schopností. Bratislava: SVSTVŠ, 2002. s. 131.
- FINA Handbook 2006 – 2009: Lausanne: FINA, 2006.
- KASA, J. 2002. *Športová antropomotorika*. Bratislava: Vysokoškolská učebnica pre študentov telesnej výchovy a športu na VŠ v SR, Univerzita Komenského, Bratislava: 2002, ISBN 80-968252-3-2.
- KASA, J. 2006. *Pohybové predpoklady a ich diagnostika*. Bratislava: FTVŠ UK, 2006. ISBN 80-8075-134-X.
- LABUDOVÁ, J. 2009. Synchronizované plávanie z pohľadu športovej humanistiky. In: *Šport a spoločenské a humanitné vedy 2009*. Bratislava: ICM AGENCY, 2009. s. 406-411. ISBN 978-80-89257-14-0.
- LABUDOVÁ, J.; ZEMKOVÁ, E. 2009. Úroveň rovnováhových schopností synchronizovaných plavkýň a možnosti jej rozvoja [elektronický dokument] In: *Vedecké práce 2009. - Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2009. - S. 126-131. - ISBN 978-80-227-3095-2 [Vedecké práce 2009. Bratislava, 1.7.2009]*
- MATÚŠ, I.; MACEJKOVA, Y. 2009. *Analýza úrovne silových schopností vo vode a na suchu výkonnostných plavcov*. In: *Telesná výchova, šport, výskum na univerzitách*. Bratislava: Strojnícka fakulta STU, 2009, s. 1-6. ISBN 978-80-227-3210-9.
- MORAVEC, R. et al. 2004. *Teória a didaktika športu*. Bratislava: FTVŠ UK, 2004, ISBN 80-89075-22-3.
- MORAVEC, R. ; KAMP MILLER, T.; SEDLÁČEK, J. et al. 1996. *Eurofit, Telesný rozvoj a pohybová výkonnosť školskej populácie na Slovensku*. Bratislava: SVSTVŠ, 1996, s. 181. ISBN 80-967487-1-8.
- OLŠÁK S., 2006. *Zborník z konferencie o športovo talentovanej mládeži*, Zdravotné a diagnostické oddelenie VŠC Dukla Banská Bystrica, ISBN 80-969522-2-6.
- RUŽBANSKÝ, P., 2006. *Diagnostika trénovanosti v športovej príprave talentovanej mládeže*. In *Konferencia o športovo talentovanej mládeži*. Bratislava: 2006, s. 22-26. ISBN 80-969522-2-6.
- STREITOVÁ, A., 1996. *Faktory determinujúce a predikujúce športový výkon v synchronizovanom plávaní*. (Dizertačná práca). Bratislava: Univerzita Komenského. FTVŠ, 1996.
- Webu Sport Austria [online]. Wien Austria: Swim Ergo Introduction. Posl. úpravy 29.01.2010 [cit. 11.01.2010]. Dostupné na [http://www.weba-sport.com/weba/swim\\_ergo.html](http://www.weba-sport.com/weba/swim_ergo.html)