VZŤAH MEDZI SILOU DOLNÝCH KONČATÍN A ŠPORTOVÝM VÝKONOM NA 50 M PRSIA

RELATIONSHIP BETWEEN LOWER BODY STRENGTH AND PERFORMANCE AT 50 M BREASTSTROKE

L. Odrážka, M. Matušov, Ľ. Grznár & M. Putala

Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the relationship between performance at 50 m breaststroke and lower body strength. Twelve male volunteers from VSK UK Bratislava participated in this research ($22,41 \pm 3,87$ years). Lower body strength we measured in tests: six repetition maximum in squat, mean power of eccentric phase of movement during 30 seconds in squat; maximal isometric force, rate of force development during $200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mean power of breaststroke legs during 30 seconds in isokinetic mode. Actual performance at 50 m breaststroke was measured by Omega touchpad. Relationship between performance at 50 m breaststroke and lower body strength was for six repetition maximum in squat ($r = 0,79$; $p < 0,01$); mean power of eccentric phase of movement during 30 seconds in squat ($r = 0,62$; $p < 0,05$); rate of force development during $200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($r = 0,66$; $p < 0,05$); maximal isometric force ($r = 0,65$, $p < 0,05$); , mean power of breaststroke legs during 30 seconds in isokinetic mode ($r = 0,83$; $p < 0,01$). Results showed significant relationship between performance at 50 m breaststroke and lower body strength.

Keywords: swimming; lower body strength; 50 m breaststroke; competitive swimmers

SÚHRN

Cieľom našej práce bolo zistiť, či existuje vzťah medzi výkonom na 50 m prsia a jednotlivými silovými prejavmi dolných končatín na suchu a vo vode u výkonnostných plavcov. Našej štúdie sa dobrovoľne zúčastnilo dvanásť výkonnostných plavcov ($22,41 \pm 3,87$ rokov) z plaveckého klubu VŠK UK Bratislava. Prejav sily dolných končatín sme sledovali v testoch: šesť-rázové maximum v drepe, priemerný svalový výkon v excentrickej fáze pohybu počas 30 sekúnd v drepe, silový gradient za $200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, maximálnu izometrickú silu, priemerný svalový výkon pri plávaní prsiarskymi nohami v izokinetickej režime počas 30 sekúnd. Aktuálny výkon na 50 m prsia sme zisťovali pomocou zariadenia Omega. Vzťahy, medzi výkonom na 50 m prsia a silovým prejavom dolných končatín, boli preukázané pre šesť-rázové maximum v drepe ($r = 0,79$; $p < 0,01$); priemerný svalový výkon v excentrickej fáze pohybu počas 30 sekúnd v drepe ($r = 0,62$; $p < 0,05$); silový gradient za $200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($r = 0,66$; $p < 0,05$); maximálnu izometrickú silu ($r = 0,65$, $p < 0,05$); priemerný svalový výkon pri plávaní prsiarskymi nohami v izokinetickej režime počas 30 sekúnd ($r = 0,83$; $p < 0,01$). Výsledky výskumu preukázali významný vzťah medzi silou dolných končatín a výkonom na 50 m prsia.

Kľúčové slová: zdatnosť; testovanie; spotreba kyslíku; semester; študenti

Úvod

Propulzia prvkov v prsiach tvorí 50 % paže, 50 % nohy ± 15 % (Maglischo, 2003; Onoprienko, 1981). Vo vrcholovom plávaní sú prsiari, ktorí majú dominantný jeden prvok (paže alebo nohy) a tréningom sa snažia eliminovať rozdiel medzi prvkami tak, aby synchronizácia propulzie bola bez zbytočných strát rýchlosti. Z hľadiska teórie je ideálnejšie, ak sa súčet síl v prvkoch čo najviac približuje sile v súhre,

kde však veľký význam má technika. Súhrnu plaveckého spôsobu prsia, tvorí jeden záber nohami a jeden záber pažami.

Plavecký výkon je do značnej miery determinovaný schopnosťou produkovať čo najväčšie hodnoty sily v čo najkratšom čase. Z tohto pohľadu je nie len maximálna sila kľúčová ale aj nárast sily v čase tzv. silový gradient. Podľa Maglischa (2003) je silový gradient meradlom, ako rýchlo dokáže športovec vyvinúť takmer maximálne hodnoty sily tesne po začiatku cvičenia. Keďže v plávaní sa okrem štartového skoku, nejedná o jednorazový pohyb, ale o sériu po sebe nasledujúcich pohybov, popri maximálnej sile, silovom gradiente je ďalším z kľúčových faktorov aj vytrvalosť v sile.

Vzťahom medzi silou dolných končatín a plaveckým výkonom, v prsiarskych disciplínach sa vo svojej práci zaoberali Keiner et al. (2015), ktorí si ako silové testy zvolili: drep vzadu s činkou na pleciach, pre maximálnu silu a výskok bez proti pohybu resp. výskok s protipohybom ako prejav výbušnej sily. Plavecká výkonnosť bola sledovaná v testoch: 25 m prsiarske nohy, 50 a 100 m prsia. Medzi výkonom teste drep vzadu s činkou na pleciach a plaveckou výkonnosťou bola pozitívna korelácia pre 25 m ($r = 0,58$), pre 50 m ($r = 0,70$) a pre 100 m ($r = 0,73$). Medzi výkonom v teste výskok bez protipohybu a plaveckou výkonnosťou bola pozitívna korelácia pre 25 m ($r = 0,78$), pre 50 m ($r = 0,87$) a pre 100 m ($r = 0,86$). Medzi výkonom v teste výskok s protipohybom a plaveckou výkonnosťou bola pozitívna korelácia pre 25 m ($r = 0,75$), pre 50 m ($r = 0,85$) a pre 100 m ($r = 0,84$). Z výsledkov je zrejmé, že testy výskok bez protipohybu a výskok s protipohybom sú lepšie prediktory plaveckej výkonnosti v prsiarskych disciplínach ako test 1RM v drepe. Z hľadiska pohybovej štruktúry je výskok bez protipohybu, resp. s protipohybom podobnejší samotnému prsiarskemu kopu ako drep na úrovni 1RM kde je rýchlosť pohybu do značnej miery pomalšia ako pri samotnom prsiarskom kope.

Sila a jej prejavy v testoch na suchu však nedokážu dostatočne zohľadniť špecifické podmienky vodného prostredia. V našej práci sme sa preto rozhodli hľadať vzťah medzi výkonom na 50 m prsia a prejavmi sily dolných končatín na suchu a vo vode, pričom popri tradičných silových testoch (silový gradient, maximálna izometrická kontrakcia, 6RM) sme sa snažili vytvoriť aj špecifické testy (priemerný výkon počas cvičenia drep výskok za 30s, priemerný výkon v izokinetickom režime plávania dolnými končatinami s doskou pri rýchlosti $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ počas 30 sekúnd). Výsledkami by sme chceli prispieť k objasneniu poznatkov v oblasti štruktúry športového výkonu v plávaní a tým nepriamo k skvalitneniu tréningového procesu.

Cieľ

Cieľom práce bolo zistiť, existenciu vzťahov medzi výkonom na 50 m prsia a jednotlivými prejavmi sily dolných končatín na suchu a vo vode u výkonnostných plavcov.

Metodika

Súbor

Dvanásť výkonnostných plavcov VŠK UK Bratislava, priemerného veku $22,41 \pm 3,87$ rokov, s priemernou hmotnosťou $75 \pm 9,73$ kg a telesnou výškou $178 \pm 11,24$ cm sa dobrovoľne zúčastnilo výskumu.

Probandi boli informovaní krátkou prezentáciou s cieľom výskumu a priebehom testovania. Pred samotným testovaním bolo realizované rozhriatie a rozcvičenie v štandardných podmienkach. Testovanie, prebiehalo v rozmedzí dvoch týždňov od 30. 11. 2015 do 11. 12. 2015, v priestoroch plavárne a posilňovni FTVŠ UK v Bratislave.

Metódy získavania údajov

Údaje boli získavané meraním, ktoré bolo realizované prostredníctvom nasledovných testov vybraných motorických schopností:

1. Faktor maximálnej izometrickej sily (F_{max}) [N] a silového gradientu (RFD) [$N\cdot ms^{-1}$]

Na posúdenie maximálnej izometrickej sily (F_{max}) a silového gradientu (RFD) sme použili dynamometrickú platňu. Činku umiestnenú na stojanoch sme výškovo upravili tak, aby uhol v kolennom kĺbe pri polo drepe bol 90° . Účelom dvoch po sebe nasledujúcich meraní (trvanie pokusu 5 s) bolo vyvinúť proti nepohybujúcemu sa odporu maximálnu statickú (izometrickú) kontrakciu. Interval odpočinku medzi meraniami bol 2 min. Probandi boli inštruovaní tak, aby vyvinuli čo najvyššiu silu v čo najkratšom čase.

2. Faktor maximálnej dynamickej sily (6RM) [kg]

Na posúdenie maximálnej dynamickej sily sme použili test 6RM pri cvičení drep vzadu s činkou na ramenách v nasledujúcich bodoch podľa Skinnera (2005):

1. Rozcvičenie – 5 – 10 opakovaní s 50 % predpokladaného 6RM.
2. 1 min odpočinok – 6 opakovaní na 70 % predpokladaného 6RM.
3. 1 min odpočinok – 6 opakovaní na 85 – 90 % predpokladaného 6RM.
4. 2 min odpočinok – 6 opakovaní na 100 – 105 % predpokladaného 6RM.
5. Ak bol bod 4 úspešný, po 3 min odpočinku zvýšime odpor o 2,5 – 5 % a vykonáme ďalší pokus o 6RM. Ak sa nám nepodari úspešne vykonať 6 opakovaní, znížime odpor o 2,5 – 5 % a po 3 min odpočinku sa opäť pokúsime o 6 opakovaní.
6. Ak sa nám po znížení hmotnosti podarilo vykonať 6 opakovaní to je naše 6RM.

3. Faktor priemerného silového výkonu [W] pre drep počas 30 sekúnd v koncentrickej fáze pohybu – parameter silovo vytrvalostných schopností na suchu

Probandi realizovali cvičenie polo drep výskok s činkou (20 kg) umiestnenou za hlavou na ramenách a uhol v kolennom kĺbe bol 90°. Veľkosť pokrčenia bola kontrolovaná mäkkým dorazom. Testovanie trvalo 30 s. Údaje sme získavali meraním pomocou zariadenia FitroDyne Premium.

Vzhľadom na to, že probandi vykonávali cvičenie drep s výskokom, pre výpočet výkonu (P) sme zohľadnili aj hmotnosť samotného probanda. K hmotnosti činky (20 kg) sme tak každému probandovi pripočítali jeho aktuálnu hmotnosť.

4. Faktor priemerného silového výkonu dolných končatín [W] pre prsia v izokinetickom režime pri rýchlosti 0,4 m·s⁻¹ počas 30 sekúnd – parameter silovo vytrvalostných schopností vo vode.

Na posúdenie silovo vytrvalostných schopností vo vode sme použili plavecký izokinetický dynamometer (PID).

Putala & Macejková (2010) vo svojej práci porovnávali rôzne rýchlosti pre optimálne hodnotenie silového výkonu dolných končatín pre prsia v izokinetickom režime. Ako optimálnu určili rýchlosť 0,4 m·s⁻¹. Na základe týchto poznatkov sme si ako kritériálnu rýchlosť pri ktorej sme hodnotili silový výkon zvolili 0,4 m·s⁻¹.

Proband sa pripraví, vo vystretých rukách drží plaveckú dosku. Na pokyn examinátora sa odráža od steny a pláva prsiarske nohy s hlavou nad vodou, maximálnym úsilím. Test je ukončený po 30 sekundách, kedy izokinetický dynamometer prestane brzdiť pohyb plavca. Proband opakuje test 2krát s intervalom odpočinku 10 min.

5. Aktuálny športový výkon na 50 m prsia

Na stanovenie aktuálneho športového výkonu na 50 m prsia sme použili dotykové zariadenie omega. Na tri dlhé písknutia proband zaujme pozíciu na štartových blokoch. Na povel „na miesta” zaujme štartovú pozíciu. Následne na zvukový signál štartuje a snaží sa stanovenú vzdialenosť prekonať v čo najkratšom čase. Registrujeme čas s presnosťou na stotiny sekundy. Metódy spracovania údajov Na objasnenie vzťahov medzi sledovanými premennými sme využili Spearmanov koeficient poradovej korelácie. Pri spracovaní výsledkov sme použili softvér Microsoft Excel 2013 a IBM SPSS Statistics 20. Signifikantnú závislosť medzi premennými sme posudzovali na 1 a 5% hladine pravdepodobnosti.

Výsledky a diskusia

Hodnoty sledovaných parametrov uvádzame v tabuľke 1.

Vzťahy boli preukázané medzi výkonom na 50 m prsia a parametrami sily dolných končatín vo všetkých sledovaných testoch (tab. 2). Najsilnejšia korelácia ($r = 0,83$) bola preukázaná medzi výkonom na 50 m prsia a priemerným svalovým výkonom (Pmean) pri plávaní dolnými končatinami počas 30 sekúnd na plaveckom izokinetickom dynamometri $p < 0,01$. Ukazuje sa, že sledovaní probandi boli schopní transformovať priemerný svalový výkon (PmeanIZO) prsiarskych nôh najlepšie z pomedzi sledovaných parametrov sily do výkonu na 50 m prsia. Vysvetľujeme si to tým, že pohyb dolných končatín, pri plávaní na plaveckom izokinetickom dynamometri je totožný s pohybom dolných končatín pri celých prsiach, a to z hľadiska pohybovej štruktúry pohybu ako aj dĺžky trvania zaťaženia. Pri rozvoji silových schopností dolných končatín, to pre našich probandov poukazuje na potrebu hľadania

takých tréningových prostriedkov, ktoré sa priestorovou a kinematickou štruktúrou, čo najviac podobajú samotnému športovému výkonu, čo je v zhode s odporúčaniami autorov Kampmiller & Vanderka (2012).

Tabuľka 1./ Table 1.

Hodnoty sledovaných parametrov./ Values of monitored parameters.

	6RM [kg]	Pmean 30s Drep [W]	Pmean 30s IZO [W]	RFD 0-200 [m·s ⁻¹]	F _{max} [N]	50 m prsia [s]
Počet	12	12	12	12	12	12
Priemer	84,58	2131,39	21,98	3,88	1176,53	33,45
SD	23,98	449,68	5,45	0,89	270,71	2,11
Max	130,00	2992,62	28,59	5,40	1687,50	36,05
Min	60,00	1534,01	11,45	2,90	711,21	29,13

Vo zvyšných silových testoch bola silná korelácia ($r = 0,79$) preukázaná medzi výkonom na 50 m prsia a 6RM pri cvičení drep $p < 0,01$.

Slabšia, ale štatisticky významná korelácia $p < 0,05$ bola preukázaná aj pre 50 m prsia a priemerný svalový výkon (Pmean) počas 30 sekúnd pri drepe ($r = 0,62$), maximálnej izometrickej sile (F_{max}), ($r = 0,65$) a silovým gradientom (RFD), ($r = 0,66$). Bishop et al. (2013) uvádza, že 30 % výkonu na 50 m tvorí štartový skok. Cronin et al. (2007) uvádza, že 18 % výkonu na 50 m tvorí obrátka. Štart a obrátka (48 % výkonu) je do značnej miery determinovaná výbušnou silou dolných končatín. Podobne aj Maglischo (2003) uvádza, že práve výbušná sila je kľúčová pri výkonoch do 50 m. Je preto prekvapivé, že v našom výskume sme zistili silnejšiu koreláciu medzi výkonom na 50 m a maximálnou silou (6RM) ako medzi výkonom na 50 m a výbušnou silou (RFD). Zistené výsledky si vysvetľujeme tak, že probandi z nášho výskumu boli v čase merania lepšie pripravení v oblasti maximálnej sily ako v oblasti výbušnej sily. Vzhľadom na to, že meranie sa uskutočnilo v závere sezóny, tesne pred majstrovstvami SR, do ďalšej prípravy odporúčame, pre špecialistov na 50 m, zväžiť periodizáciu silovej prípravy s dôrazom na kulmináciu výbušnej sily pred vrcholom sezóny. Musíme však poukázať na vysokú koreláciu (tab. 3) medzi jednotlivými testami navzájom. Do športovej praxe to pre našich probandov znamená, že pre zlepšenie športového výkonu je potrebné rozvíjať všetky silové prejavy dolných končatín merané v našom výskume.

Tabuľka 2./ Table 2.

Vzťah medzi výkonom na 50 m prsia a parametrami sily dolných končatín./ Relationship between performance at 50 m breaststroke and lower body.

	6RM	Pmean Drep	Pmean IZO	RFD	F _{max}
50 m prsia	0,79**	0,62*	0,83**	0,66*	0,65*

*Závislosť: ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$*

Vyhodnotenie nameraných parametrov poukazuje vo všeobecnosti na pozitívny vzťah medzi výkonom na 50 m prsia a silou dolných končatín, čo je v zhode s autormi Van Tilborgh, et al. (1987), Keiner, et al. (2015). Pri diagnostike silových schopností môžeme odhaliť nižšiu pripravenosť svalov dolných končatín, ktoré sa podieľajú na vytváraní propulzie. Vzájomná prepojenosť sledovaných komponentov, v našom prípade zvýšenie priemerného svalového výkonu (Pmean) prsiarskych nôh na plaveckom izokinetickom dynamometri, by mala znamenať zvýšenie rýchlosti pri výkone na 50 m prsia.

Homogenita súboru a výkonnostná úroveň plavcov bola vhodným výberom pre takýto typ výskumu, ale je potrebné podotknúť skutočnosť, že ide o nízky počet probandov na formulovanie všeobecných záverov. Podobne aj verifikácia poznatkov na iné vekové a výkonnostné kategórie si vyžaduje osobitné sledovania.

Vhodné by bolo aplikovať výskum na väčší počet probandov a prostredníctvom mnohonásobnej regresnej analýzy a viacnásobnej korelácie určiť kombinované vzťahy medzi nezávislými premennými (prediktormi) a závislou premennou.

Tabuľka 3./ Table 3.

Vzťah medzi jednotlivými silovými testami./ Relationship between strength tests.

	6RM	Pmean Drep	Pmean IZO	RFD	F _{max}
6RM		0,78**	0,61*	0,58*	0,85**
Pmean drep	0,78**		0,51	0,66*	0,81**
Pmean IZO	0,61*	0,51		0,62*	0,44
RFD	0,58*	0,66*	0,62*		0,66*
F _{max}	0,85**	0,81**	0,44	0,66*	

Závislosť: ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Výsledky štúdie by mohli poslúžiť ako podklady k pedagogickému výskumu, kde by sa sledoval vplyv zvýšenia sily dolných končatín na suchu a následný prenos zvýšenej pohybovej schopnosti do výkonu na 50 m prsia. Až následne by sme sa mohli domnievať, že samotné zvýšenie pohybových schopností bude mať za následok zlepšenie športového výkonu, resp. športovej formy.

Záver

Predkladané výsledky prinášajú aktuálne poznatky o vzťahoch medzi výkonom na 50 m prsia a silových parametroch dolných končatín výkonnostných plavcov. Výsledky výskumu preukázali významný vzťah medzi silovými schopnosťami dolných končatín a výkonom na 50 m prsia. Vzťahy boli preukázané medzi výkonom na 50 m prsia a jednotlivými silovými testami PmeanIZO ($r = 0,83$; $p < 0,01$); 6RM ($r = 0,79$; $p < 0,01$); RFD ($r = 0,66$; $p < 0,05$); F_{max} ($r = 0,65$; $p < 0,05$); PmeanDrep ($r = 0,62$; $p < 0,05$).

Literatúra

- Bishop, Ch., Cree, J., Read, P., Chavada, S., Edwards, M., & Turner, A. (2013). Strength and conditioning for sprint swimmers. *Strength & Conditioning Journal*. Vol. 35, p. 1-6.
- Cronin, J., Jones, J., & Frost, D. (2007). Relationship between dry-land power measures and tumble turn velocity in elite swimmers. *Journal of Swim Res.*, Vol. 17, p. 17-23.
- Gruber, M., & Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotoric training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 92, No. 1-2, p. 98-105.
- Kampmiller, T., & Vanderka, M. (2012). Silové schopnosti a ich rozvoj. In T. Kampmiller, M. Vanderka, E. Laczó, & P. Peráček, (Ed.), *Teória športu a didaktika športového tréningu* (p. 113). Bratislava: ICM Agency.
- Keiner, M., Yaghibi, D., Sander, A., Wirth, K., & Hartmann, H. (2015). The influence of maximal strength performance of upper and lower extremities and trunk muscles on different sprint swim performances in adolescent swimmers. *Science & Sports*. <http://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.05.001>
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign: Human Kinetic.
- Onoprienko, B. I. (1981). *Biomechanika plávania*. Kijev: Zdorovie.
- Putala, M. (2014). *Zmeny parametrov sily v izokinetickom režime v plaveckom spôsobe prsia a ich vzťahy so športovým výkonom*. Dizertačná práca.
- Putala, M., & Macejková, Y. (2010). Úroveň izokinetickej sily v plaveckej špecializácii prsia. In Y. Macejková, J. Záhorec, L. Jurkovič, M. Putala, I. Matúš, & P. Janič, (Ed.), *Diagnostika silových schopností v izokinetickom režime v plávaní* (pp. 117-146). Bratislava: PEEM.
- Skinner, J. S. (2005). *Exercise Testing & Exercise Prescription for Special Cases*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Van Tilborgh, L., Stijnen, V., & Persyn, U. (1987). Using velocity fluctuations for estimating resistance and propulsion forces in breaststroke swimming. In *Biomechanics XB* (pp. 779-784). Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Mgr. Lukáš Odráška

Katedra športov v prírode a plávania

Fakulta telesnej výchovy a športu

Univerzita Komenského v Bratislave

lukas.odraska@gmail.com