FAKTORY KORELUJÚCE S RÝCHLOSŤOU LOPTY PO SMEČI U VR- CHOLOVÝCH VOLEJBALISTIEK

THE SEVERAL FACTORS CORRELATED WITH SPIKE VELOCITY IN WOMENS VOLLEYBALL

M. Matušov¹, V. Přidal¹, L. Odráška¹, L. Grznár¹ & M. Hagara²

¹Univerzita Komenského Bratislava, Fakulta telesnej výchovy a športu

²Slovenská technická univerzita Bratislava, Fakulta elektroniky a informatiky

ABSTRACT

The aim of this study was investigate the relationship between ball velocity after spike and anthropometrics and muscle power characteristics. Anthropometrics characteristics measured in this study was age, body weight, body high. Ball velocity after spike was measured with Bushnell radar gun. Power in bench press was measured with FiTROdyne Premium. Power in the concentric phase of contraction of the preferred half of trunk was measured by FiTRO Torso dyne. Vertical jump measuring device was used to measure high of the jump after 3 step run-up. Eleven elite female players of age $17,39 \pm 2,21$, with mean sports experience $6,55 \pm 2,02$ volunteers in this study. The mean ball velocity after spike was $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (max. $23,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, min. $20,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). The mean high of the jump after 3 step run-up was $2,94 \pm 0,07 \text{ m}$ ($3,08 \text{ m}$; min. $2,83 \text{ m}$). Correlations were found between the velocity of the ball after spike and power during concentric phase of the movement during bench press Pmax ($R = 0,85$; $p < 0,01$); Pmean_{20kg} ($R = 0,81$; $p < 0,01$); Pmean_{22,5kg} ($R = 0,73$; $p < 0,05$) and number of years of sport experience ($R = 0,81$; $p < 0,01$). There was found significant correlations ($R = 0,83$; $p < 0,01$) between body weight and ball velocity after spike. The results showed significant relationship between power in bench press, number of years of sport experience, body weight and ball velocity after spike.

Keywords: volleyball; spike; ball velocity; power

SÚHRN

Štúdia sa zaoberala identifikáciou vzťahov medzi rýchlosťou lopty po smeči a vybranými silovými a antropometrickými parametrami (kalendárny vek, telesná hmotnosť, telesná výška). Meranie rýchlosti lopty po smeči bolo realizované prostredníctvom radarového prístroja Bushnell radar gun. Diagnostické zariadenia FiTROdyne Premium a FiTRO Torso dyne (FiTRONiC s. r. o.) boli použité na zaznamenávanie parametrov svalového výkonu v diagnostickej sérii v cvičení tlaku na lavičke a cvičení rotačného pohybu trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu. Bol zaznamenaný výkon v teste merania výšky smečiarskeho dosahu po trojkrokovom rozbehu na útočný úder. Výskumný súbor tvorilo jedenásť vrcholových volejbalistiek s priemerným vekom $17,39 \pm 2,21$ rokov a s priemernou športovou praxou $6,55 \pm 2,02$ z najvyššej súťaže žien na Slovensku. Priemer rýchlosti lopty po smeči hráčok dosiahol hodnoty $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (max. $23,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, min. $20,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Priemerný výkon výšky smečiarskeho dosahu mal hodnoty $2,94 \pm 0,07 \text{ m}$ ($3,08 \text{ m}$; min. $2,83 \text{ m}$). Vzťahy boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a parametrami svalového výkonu počas koncentrickej fázy pohybu v cvičení tlaku na lavičke Pmax ($R = 0,85$; $p < 0,01$); Pmean_{20kg} ($R = 0,81$; $p < 0,01$); Pmean_{22,5kg} ($R = 0,73$; $p < 0,05$) a počtom rokov športovej praxe ($R = 0,81$; $p < 0,01$). Z pomedzi antropometrických parametrov vykázala pozitívnu koreláciu telesná hmotnosť ($R = 0,83$; $p < 0,01$). Výsledky výskumu naznačujú, že niektoré rýchlostno-silové parametre a antropometrické ukazovatele, ako aj počet rokov športovej praxe môžu pozitívne vplývať na rýchlosť lopty po smeči realizovaného v stabilných podmienkach prípravného cvičenia.

Kľúčové slová: volejbal; smeč; rýchlosť lopty; svalový výkon

Úvod

Začiatky volejbalu siahajú do polovice 90. rokov 19. storočia (Tlustý, 2014). Moderný volejbal, ako aj množstvo ostatných športových hier v súčasnosti kladie oveľa vyššie nároky na prejav rýchlostno-silových, ale aj koordinačných schopností v porovnaní s minulosťou. Volejbalové družstvo môže dosiahnuť bod v sete viacerými spôsobmi, no najfrekventovanejšou hernou činnosťou je útočný úder – smeč. V súvislosti s technikou a variabilitou smeča je najsledovanejším hodnoteným faktorom smeča prejav výbušnej sily, ktorá sa v celkovej štruktúre herného výkonu vo volejbale považuje za limitujúci faktor. Množstvo autorov považuje útočný úder za prediktor úspešnosti družstva v sete (Eom & Schutz, 1992; Přidal, 2001, 2002, 2007, 2008; Hairinen, Hoivala & Blomqvist, 2004; Monteiro, 2009; Marcelino et al., 2010; Hančák & Přidal, 2012 a ďalší).

Hľadaniu vzťahov medzi faktormi ovplyvňujúcimi výslednú rýchlosť lopty po smeči sa venovalo viacero výskumných prác. Maximálna rýchlosť, akú smečiar dokáže udeliť lopte po údere súvisí s veľkosťou produkovanej sily, ktorá úzko súvisí s rozsahom pohybu pri švihy paže. Dôležitou súčasťou sú aj pohyby ostatných segmentov tela a ich vhodné načasovanie a koordinácia navzájom Li-Fang et al. (2008). Pozitívna korelácia bola preukázaná na mužskej vzorke volejbalistov medzi rýchlosťou letu lopty a výškou zásahu lopty pri smeči ($r = 0,509$, $p = 0,026$), výkonnosťou v hode 800 g lopty ($r = 0,504$, $p = 0,028$), výskokom s protipohybom s rukami ($r = 0,444$, $p = 0,056$), telesnou hmotnosťou ($r = 0,445$, $p = 0,056$), body mass indexom ($r = 0,474$, $p = 0,04$) a silovým tréningom v hodinách za týždeň ($r = 0,463$, $p = 0,046$). Ďalej sa nepreukázala významnosť techniky vybranej hernej činnosti jednotlivca vo vzťahu k rýchlosti letu lopty (Cloes et al., 2004). Technika prevedenia švihy pri smeči môže ovplyvniť výslednú maximálnu rýchlosť z rôznych zón pri úderoch vedených rôznymi smermi (Plawinski, 2008).

Cieľ práce

Cieľom práce bolo objasniť existenciu vzťahov medzi rýchlosťou lopty po smeči, svalovým výkonom nameraným počas diagnostickej série v tlaku na lavičke, svalovým výkonom rotačného pohybu trupu preferovanej časti trupu, výškou smečiarskeho dosahu, antropometrickými ukazovateľmi a dĺžkou športovej praxe u nami sledovaných volejbalistiek.

Metodika

Výskumný súbor tvorili 11 volejbalistiek hrajúcich za volejbalové kluby Slávia UK Bratislava, COP Nitra, ŠŠK pri gymnáziu Bilíková v súťažnom ročníku 2015/2016. Probandky participujúce vo výskume sú hráčky útočiace z okrajov siete a vo svojich kluboch zastávajú hráčsku funkciu smečiar alebo diagonálny hráč.

Tabuľka 1./ Table 1.

Základné charakteristiky súboru./ Main characteristics file.

Charakteristiky	Priemer $\pm$ SD
Kalendárny vek (roky)	17,39 $\pm$ 2,21
Športový vek (roky)	6,55 $\pm$ 2,02
Telesná hmotnosť (kg)	71,38 $\pm$ 6,47
Telesná výška (m)	1,83 $\pm$ 0,03

Probandi boli informovaní krátkou prezentáciou s cieľom výskumu a priebehom testovania. Ako prvé sa realizovalo meranie antropometrických ukazovateľov a hráčky odpovedali na otázky ohľadom športovej praxe. Pred meraním rýchlosti lopty pri smeči v nami stanovených podmienkach prípravného cvičenia hráčky realizovali pre nich bežné rozcvičenie s loptou. Následne sme pristúpili k meraniu výkonov v jednotlivých testoch v nasledovnom poradí: výška smečiarskeho dosahu, cvičenie tlak na lavičke, rotačný pohyb trupu preferovanej časti trupu.

Obrázok 1./ Figure 1.

Priestorová organizácie a priebeh realizácie merania rýchlosti letu lopty pri smeči. (N – nahrávač, E – examinátor, P – proband, R – radarový prístroj)./ Spatial organization and progress of the measurement of airspeeds of the ball in the smash. (N - setter, E - Examiner, P - proband, R - radar devices).

Na realizáciu merania rýchlosti lopty sme použili lopty značky MIKASA PRESTIGE MVA200 pri vnútornom tlaku vzduchu v lopte 32,5 kPa. Každá hráčka realizovala 12 platných pokusov. Interval odpočinku medzi opakovaniami sme stanovili na 60 sekúnd. Za platný pokus sa považoval smeč realizovaný v danom smere, teda zo zóny IV. do vymedzeného priestoru zóny V (u pravákov) (Obr. 1) a naopak zo zóny II. do zóny I. u ľavákov. Hráčka musela taktiež vysloviť súhlas, že je spokojná s realizáciou pokusu, ktorý podľa jej vlastných pocitov realizovala s maximálnym úsilím s dosiahnutím, čo možno najvyššej rýchlosti. Kritériom v teste bol najlepší nameraní pokus.

Obrázok 2./ Figure 2.

Hodnoty $\cos \alpha$ pre rýchlosť lopty od $11,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $25,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$./ $\cos \alpha$ for the ball speed of $11.11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ to $25.00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Na meranie rýchlosti letu lopty bola použitá radarová pištoľ „Bushnell radar gun”. Absolútna chyba merania udávaná výrobcom pre dané zariadenie je $\pm 0,28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Pre stanovenie chyby merania spôsobenej priestorovou organizáciou merania rýchlosti lopty po smeči sme v našom výskume vychádzali z metodiky Matušov & Přidal (2015). Autori uvádzajú chybu merania spôsobenú organizáciou merania pri dopade lopty po smeči do vymedzeného územia zóny V. (Obr. 2) v rozmedzí rýchlosti od $11,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $25,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ menšiu ako hodnoty $\cos \alpha \geq 0,98$; teda chyba merania bude menšia ako 2 %. Hodnoty spoľahlivosti merania rýchlosti lopty po opakovaných smečoch sme hodnotili prostredníctvom korelačného koeficientu vnútro triednej korelácie R. Štatistickým softvérom IBM SPSS 19 boli vypočítané nasledovné hodnoty $\text{ICC} = 0,91$. Štandardná chyba meraných hodnôt (Standard errors of measurements) = $0,99 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Zvolenú metódu považujeme za spoľahlivú.

Po nameraní rýchlosti lopty po smeči sme pristúpili k meraniu výkonov výšky smečiarskeho dosahu. Každá hráčka realizovala 4 pokusy, ktoré vykonala po sebe. Medzi každým realizovaným pokusom bol 60 sekundový interval odpočinku (upravené podľa Zapletalová, 2005).

Merania parametrov v tlaku na lavičke boli realizované prostredníctvom zariadenia FiTRO Dyne Premium (FiTRONiC s. r. o.). Spoľahlivosť testovania prostredníctvom tohto zariadenia vykazovalo vysoký stupeň spoľahlivosti $r = 0,97$ (Jennings et al., 2005); resp. $\text{ICC} = 0,82 - 0,90$; $p < 0,01$ (Fry et al., 2006). V diagnostickej sérii sme zisťovali výkonové maximum (P_{max}) a priemerné hodnoty (P_{mean}) pri jednotlivých hmotnostiach 20,0 kg; 22,5 kg; 25,0 kg atď. S každou hmotnosťou hráčky realizovali 3 pokusy. Pred meraním výkonov v tlaku na lavičke hráčky realizovali dorozcvičenie. Šírku úchopu sme stanovili ako úzky úchop, kde sa podľa záverov Vanderka, Kojnok & Longová (2012) vo výraznej miere zapája do pohybu mm. triceps brachii. Z hľadiska techniky pohybu smeča považujeme dobu trvania extenzie v laktovom kĺbe v momente úderu za jeden z kľúčových momentov pre udelenie finálnej rýchlosti lopte. Medzi jednotlivými opakovaniami dodržíme interval odpočinku s minimálnou dĺžkou = 2 min.

Merania parametrov rotačného pohybu trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči v stoju s činkou na ramenách prebehlo za pomoci zariadenia FiTRO Torso Dyne (FiTRONiC, s. r. o.). Princíp zariadenia vychádza z II. Newtonovho zákona sily ($F = m \cdot a$). Prostredníctvom uhlového snímača sa zaznamenáva uhlová rýchlosť a pomocou softvéru sa z nej vypočítava obvodová rýchlosť. V diagnostickej sérii sme zisťovali výkonové maximum (P_{max}) a priemerné hodnoty (P_{mean}) pri nasledovných hmotnostiach: 6 kg, 10 kg, 12 kg, 16 kg, 20 kg, 22 kg a 26 kg, resp. až po stanovenie 1 rázového výkonového maxima. Meranie sa realizovalo v stoju na vyznačených značkách s vystretými nohami. Činku, s ktorou hráčky realizoval rotácie trupu si pridržovali pažami na ramenách podobne ako to je pri vykonávaní drepov. Všetky hráčky začínali pohybom „náprahom” do preferovanej strany, následne bolo úlohou čo najrýchlejšie zmeniť smer na konci náprahovej fázy do opačnej strany a v konečnej fáze brzdiť pohyb na opačnej strane po vytočení trupu. Postupne sa hráčka vrátila do východiskovej pozície. Pri každej hmotnosti boli realizované 4 pokusy s intervalom odpočinku 60 sekúnd.

Na objasnenie vzťahov medzi sledovanými premennými sme využili Spearmanov koeficient poradovej korelácie a koeficient determinácie. Na overenie reliability metódy merania rýchlosti letu lopty po smeči sme zvolili korelačný koeficient vnútro triednej korelácie R (ICC). Na spracovanie a pri výpočtoch sme využili softvér Microsoft Excel 2007 a IBM SPSS 19. Signifikantnú závislosť medzi premennými sme posudzovali na 5% hladine pravdepodobnosti.

Výsledky

Hodnoty priemerného svalového výkonu nameraného počas diagnostickej série v cvičení tlaku na lavičke uvádzame na obrázku 4, ako aj hodnoty ostatných sledovaných parametrov. Priemerná rýchlosť lopty po smeči sledovaného súboru bola $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Najvyššia nameraná rýchlosť lopty dosiahla hodnotu $23,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a najnižšia rýchlosť hodnotu $20,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Vzťahy boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a niektorými sledovanými parametrami svalového výkonu počas koncentrickej fázy pohybu v cvičení tlaku na lavičke (Obr. 3). Najsilnejšia korelácia bola preukázaná medzi rýchlosťou lopty a maximálnym priemerným svalovým výkonom (P_{max}); $R = 0,85$; $p < 0,01$. Koeficient determinácie R^2 predstavuje v tomto prípade hodnotu 72,25 %, teda 72,25 % výkonu rýchlosti letu lopty môže byť vysvetlené výkonom (P_{max}) v cvičení tlaku na lavičke. Ďalej sa preukázala korelácia medzi rýchlosťou lopty a priemernými hodnotami výkonu pri

hmotnostiach doplnkovej záťaže 20,0 kg a 22,5 kg; ($P_{mean_{20kg}}$); $R = 0,81$; $R^2 = 65,61\%$; $p < 0,01$; resp. ($P_{mean_{22,5kg}}$); $R = 0,73$; $R^2 = 53,29\%$; $p < 0,05$. Pri hmotnosti doplnkovej záťaže 25,0 kg ($P_{mean_{22,5kg}}$) $p > 0,05$ sa štatisticky významný vzťah s rýchlosťou lopty po smeči nepreukázal.

Medzi ďalším sledovaným faktorom, výškou smečiarskeho dosahu a rýchlosťou lopty po smeči sa pozitívny vzťah nepreukázal $R = 0,52$; $R^2 = 27,04\%$; $p > 0,05$ (Obr. 4). Priemerný výkon výšky smečiarskeho dosah dosiahol hodnotu $2,94 \pm 0,07$ m. Najlepší nameraný výkon mal hodnotu 3,08 m a najhorší 2,83 m.

Tabuľka 2./ Table 2.

Namerané parametre v testoch rýchlosti lopty po smeči, tlaku na lavičke, rotačného pohybu trupu a výšky smečiarskeho dosahu./ The measured parameters in a test of speed of the ball in the smash, the bench press, rotational movement of the trunk and reach heights.

	Tlak na lavičke [W]						Rýchlosť lopty po smeči [m.s ⁻¹]
	Pmax	Pmean	Pmean	Pmean	Pmean	Pmean	
		20 kg	22,5 kg	25,0 kg	25,7 kg	30,0 kg	
počet	11	11	11	10	6	4	11
priemer	199,99	189,03	194,80	193,50	206,38	199,23	22,25
SD	29,57	32,86	28,07	33,51	25,57	28,49	1,06
max.	258,00	254,30	248,70	258,00	247,90	237,20	23,61
min.	146,10	132,70	146,10	136,90	169,80	170,30	20,00
	RPT Pmax [W]	RPT Pmean [W]	RPT Pmean [W]	RPT Pmean [W]	RPT Pmean [W]	Výška smečiarskeho dosahu [m]	
		6 kg	10 kg	12 kg	16 kg		
počet	11	11	11	11	11	11	
priemer	183,22	145,96	151,10	174,95	173,73	2,94	
SD	22,59	24,54	26,38	29,81	35,45	0,07	
max.	215,60	196,60	193,40	215,60	212,50	3,08	
min.	138,90	114,00	91,40	102,30	89,80	2,83	

Obrázok 3./ Figure 3.

*Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a parametrami tlaku na lavičke. Závislosť: ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$./ The relationship between the speed of the ball flight parameters at the smash and the bench press. Dependence: ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.*

Obrázok 4./ Figure 4.

Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a výškou smečiarskeho dosahu. Závislosť: $\star\star p < 0,01$; $\star p < 0,05$./ The relationship between airspeed and smash the ball at a height range.

Medzi rotačným pohybom trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči a rýchlosťou lopty po smeči nebol preukázaný štatisticky významný vzťah ani pri jednom sledovanom parametri (Obr. 5): (Pmax) $R = 0,17$; $R^2 = 2,89 \%$; $p > 0,05$; (Pmean_{6kg}) $R = 0,38$; $R^2 = 14,44 \%$; $p > 0,05$; (Pmean_{10kg}) $R = 0,14$; $R^2 = 1,96 \%$; $p > 0,05$; (Pmean_{12kg}) $R = 0,05$; $R^2 = 0,25 \%$; $p > 0,05$; (Pmean_{16kg}) $R = 0,26$; $R^2 = 6,76 \%$; $p > 0,05$. Najvyšší maximálny priemerný výkon dosiahol hodnotu 215,6 W a bol zaregistrovaný pri cvičení s 12 kg doplnkovou záťažou.

Obrázok 5./ Figure 5.

Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a rotačným pohybom trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči. Závislosť: $\star\star p < 0,01$; $\star p < 0,05$./ The relationship between the speed of the ball in flight smash and rotational movement of the trunk in concentric contraction phase of the preferred mid-torso involvement in the smash.

Korelácie boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a telesnou hmotnosťou sledovaného súboru $R = 0,83$; $R^2 = 26,89\%$; $p < 0,01$; a dĺžkou športovej praxe $R = 0,81$; $R^2 = 65,61\%$; $p < 0,05$. Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a kalendárnym vekom, ako aj telesnou výškou sa nepotvrdil (Tab. 3).

Tabuľka 3./ Table 3.

Vzťah medzi rýchlosťou letu lopty a základnými charakteristikami výskumného súboru./ The relationship between the speed of the ball flight and essential characteristics of the research group.

Rýchlosť letu lopty po smeči	Kalendárny vek	Telesná výška	Telesná hmotnosť	Športová prax
	0,15	0,14	0,83**	0,81**

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

Diskusia

Nami namerané priemerné hodnoty rýchlosti lopty po smeči (tab. 2) v kategórii žien $22,25 \pm 1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sú výrazne vyššie v porovnaní s výsledkami iných prác zaoberajúcich sa meraním rýchlosti lopty po smeči. Christopher (2002) uvádza hodnoty $19,0 \pm 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a Ying, Cheng & Chenfu (2008) hodnoty $18,93 \pm 1,32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V prípade uvádzaných autorov bol súbor tvorený hráčkami majstrovského vysokoškolského družstva. Rozdiel prisudzujeme výkonnostnej úrovni sledovaných súborov, kde v našom prípade išlo o vybranú reprezentatívnu zložku talentovaných, resp. mladých no napriek tomu skúsených hráčov z najvyššej domácej súťaže, ako aj mládežníckych reprezentácií.

Pozitívnu koreláciu sme zaznamenali medzi rýchlosťou letu lopty po smeči a maximálnym priemerným svalovým výkonom v cvičení tlaku na lavičke (Pmax); $p < 0,01$, ako aj inými sledovanými parametrami (Pmean_{20kg}) $p < 0,01$; resp. (Pmean_{22,5kg}) $p < 0,05$. Pri hmotnosti doplnkovej záťaže 25,0 kg sa nám nepotvrdil pozitívny vzťah. Ukazuje sa, že sledovaný súbor bol schopný transformovať maximálny svalový výkon (Pmax) najlepšie z pomedzi sledovaných parametrov sily do rýchlosti jednorazového pohybu realizovaného pri smeči. Zistenia sú v súlade s predchádzajúcimi výskumnými prácami Cloes et al. (2004), Gorostiaga et al. (2004) a Zatsiorsky & Kraemer (2006).

Pri nameraných parametroch výšky smečiarskeho dosahu sme nepreukázali štatistickú významnosť $R = 0,52$; $p > 0,05$; a mohlo by sa zdať, že tieto dve premenné spolu zjavne nesúvisia, alebo ich vzťah je náhodný. Koeficient determinácie (R^2) nám poukazuje na isté percentuálne zastúpenie sledovanej premennej vysvetľujúcej výslednú rýchlosť letu lopty po smeči na 27,04 %.

Podobne štatisticky nevýznamný vzťah sme zaznamenali pri vyhodnotení vzťahu medzi parametrami diagnostickej série rotačného pohybu trupu v koncentrickej fáze kontrakcie preferovanej polovice trupu zapájanej pri smeči a priemernou rýchlosťou letu lopty po smeči. Najvyššie hodnoty koeficientu korelácie boli zaznamenané pri cvičení s najnižšou doplnkovou záťažou Pmean_{6kg}; $R = 0,38$; $p > 0,05$. Zistená korelácia predstavovala vo vyjadrení koeficientom determinácie $R^2 = 14,44\%$. Usudzujeme, že aj napriek nevýznamným vzťahom môže rotačný pohyb trupu prispieť k výslednej rýchlosti letu lopty po smeči a vplývať na štruktúru športovej techniky pohybu hernej činnosti smeča, ako faktor druhého, resp. tretieho rádu. Trénované svalstvo v oblasti trupu umožňuje vykonávať vyvážené, silné a výbušné pohyby i keď nemusí priamo zaručovať lepší športový výkon. Pri prenose síl medzi hornou a dolnou polovicou trupu v zložitých pohybových reťazcoch hernej činnosti jednotlivca – smeču, kde finálna časť prenosu síl vplývajúci na výslednú rýchlosť sa odohráva v letovej fáze nemôžeme vylúčiť význam týchto svalov v celkovom štruktúre športovej techniky daného pohybu. Hoghes & Richardson (1997) považujú schopnosť svalstva trupu za kľúčovú v oblasti kontroly zrýchlenia, resp. spomalenie telesných segmentov v priebehu športových výkonov. Niektorí autori (Akuthota & Nadler, 2004; Kibler, 2006) považujú svalstvo oblasti trupu za kinematické spojenie medzi dolnými a hornými končatinami, akýsi stred kinematického reťazca. Aj vzhľadom k týmto poznatkom je potrebné posudzovať silu svalov trupu vo vzťahu k technike jednotlivých herných činností jednotlivca a vymedziť ich pomer a vplyv na ich finálnu realizáciu.

Medzi sledovanými základnými charakteristikami súboru sa objasnil pozitívny vzťah medzi telesnou hmotnosťou $71,38 \pm 6,47 \text{ kg}$ ($R = 0,83$; $R^2 = 68,89\%$; $p < 0,01$) a dĺžkou športovej praxe $6,55 \pm 2,02$

($R = 0,81$; $R^2 = 65,61$ %; $p < 0,05$). Potvrdili sme tak poznatky Cloesa et al. (2004) o pozitívnom vplyve telesnej hmotnosti na finálnu rýchlosť predmetu hry vo volejbale potvrdili.

Medzi telesnou výškou, ako aj kalendárnym vekom nebola preukázaná štatistická závislosť ($R = 0,14$; $R^2 = 1,96$ %; $p > 0,05$), resp. ($R = 0,15$; $R^2 = 2,25$ %; $p > 0,05$). Vzhľadom k priemernému kalendárnemu veku sledovaného súboru $17,39 \pm 2,21$ rokov, kde ide v prevažnej miere o hráčky junior-ského veku, sa môžeme domnievať, že dĺžka športovej praxe vo vzťahu k pohybovej skúsenosti hráčok zohráva významnú úlohu pri prenose pohybovej schopnosti do špecifického pohybu. Významnú úlohu tak pravdepodobne zohráva v štruktúre športového výkonu aj dĺžka športovej praxe.

Vyhodnotenie nameraných parametrov poukazuje vo všeobecnosti na komplikovaný a zložito prepojený komplex sledovaných premenných. Najväčší vplyv na výslednú rýchlosť lopty po smeči má pravdepodobne silová zložka z cvičenia tlaku na lavičke so zreteľom na rýchlostný prejav vo vzťahu k športovému veku a telesnej hmotnosti probandky. Ostatné sledované premenné zohrávajú menšiu no z vecne logického hľadiska nemožno povedať, že bezvýznamnú úlohu. Zvýšenie kvality týchto premenných by malo pravdepodobne znamenať zvýšenie rýchlosti letu lopty po smeči.

Vyššia rýchlosť lopty po smeči vytvára vyššie nároky, v dôsledku zníženia časového úseku, na hráčky brániaceho družstva a s tým spojenú realizáciu obrannej fázy hry, resp. reakciu na zasmečovanú loptu a vznikajúcu hernú situáciu. Zvyšovanie rýchlosti letu lopty identifikujeme ako predpoklad k zvyšovaniu úspešnosti sledovanej finálnej hernej činnosti jednotlivca v samotnej hre. Uvedomujeme si však, že náš výskum prebiehal v upravených, modelovaných podmienkach tréningového procesu (prípravné cvičenia). Prípravné cvičenia nerespektujú špecifické zvláštnosti herného výkonu v športových hrách, akými sú neštandardnosť podmienok herného výkonu, utilizácia, variabilita herných situácií a ich tvorivé riešenie, ktoré môžu pravdepodobne významne ovplyvniť výsledky takéhoto typu výskumu v prirodzených podmienkach zápasu. V zápase sa totiž, nie vždy hráčka snaží realizovať smeč maximálnym úsilím v jednom smere, ako je tomu v našom výskume. Mnohokrát je konfrontovaná so súperovým obranným systémom a je nútená reagovať tvorivo na vznikajúce herné situácie, napr. variabilitou útočného úderu. Ak sa však dokáže vyrovnáť s rôznymi deformačnými faktormi, ktoré na ňu pôsobia počas samotnej hry, vtedy má možnosť plne využiť svoj pohybový potenciál napr. v útočnom údere.

Záver

Domnievame sa, že stanovený cieľ práce sme splnili. Predkladané výsledky prinášajú aktuálne poznatky z vrcholového volejbalu žien na Slovensku o rýchlosti letu lopty po smeči realizovaného v stabilných podmienkach prípravného cvičenia vo vzťahu na nami stanovené a sledované premenné. Vzťahy boli preukázané medzi rýchlosťou lopty po smeči a parametrami svalového výkonu počas koncentrickej fázy pohybu v cvičení tlaku na lavičke P_{max} ($R = 0,85$; $p < 0,01$); $P_{mean_{20kg}}$ ($R = 0,81$; $p < 0,01$); $P_{mean_{22,5kg}}$ ($R = 0,73$; $p < 0,05$), telesnou hmotnosťou ($R = 0,83$; $p < 0,01$) a dĺžkou športovej praxe ($R = 0,81$; $p < 0,05$).

Homogenita súboru a výkonnostná úroveň hráčok bola vhodným výberom pre takýto typ výskumu, ale je potrebné podotknúť skutočnosť, že ide o nízky počet probandov na formulovanie všeobecných záverov. Pre určenie kombinovaného vzťahu medzi nezávislými premennými (prediktormi) a závislou premennou je potrebný komplexnejší výskum na dostatočnom veľkom výskumnom súbore a následne vytvorenie regresného modelu za pomoci viacnásobnej regresnej analýzy a viacnásobnej korelácie. Takýto typ výskumu by mohol priniesť skutočné poznatky o váhe sledovaných nezávislých premenných na finálnu rýchlosť letu lopty po smeči. Podobne aj verifikácia poznatkov na iné vekové a výkonnostné kategórie si vyžaduje osobitné sledovania.¹

Literatúra

Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthenin. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation Journal*, 85(3), 86-92.

¹Príspevok vznikol za podpory grantu Univerzity Komenského č. UK/279/2015 „Závislosť rýchlosti letu lopty po smeči od vybraných rýchlostno-silových parametrov hráčok vo vrcholovom volejbale žien”.

- Cloes, M., Croiser, J. L., Barsin, M., Ciccaroneet, G., & Forthomme, B. (2004). *Analysis of the volleyball spike: relationship between several parameters and the speed of the ball*. Dostupné z: <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/107039/1/Cloes%20et%20al,%202004,%20Thessaloniki,%20poster.pdf>.
- Christopher, G. A. (2001). *Shoulder biomechanics in volleyball spiking: Implications for injuries*. Dostupné z: http://web.uta.edu/faculty/ricard/pdfs/christopher_wcb_2002.pdf.
- Eom, H. J., & Schutz, R. V. (1992). Statistical Analyses of Volleyball Team Performances. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(1), 11-18.
- Fry, A. C., Schilling, B. K., Weiss, L. W. & Chiu, L. (2006). β -Adrenergic receptor downregulation and performance decrements during high-intensity resistance exercise overtraining. *Journal of Applied Physiology*, 101(6), 1664-1672.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2004). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball player. *Int. J. Sport Med.*, 26, 225-232.
- Hančák, J., & Přidal, V. (2012). Vzťah medzi úspešnosťou družstva v sete a kvalitou realizácie útočného úderu. *Telesná výchova a šport*, 22(2), 27-31.
- Häyrinen, M., Hoivala, T., & Blomqvist, M. (2004). Differences between winning and losing teams in men's European top-level volleyball. *Proceedings of VI Conference Performance Analysis* (pp. 168-177). Belfast: St. Mary's University College.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, 40(11), 1220-1230.
- Jennings, C. L., Viljoen, W., Durandt, J., & Lambert, M. (2005). The Reliability of the FitroDyne as a Measure of Muscle Power. *The journal of Strength Cond. Res.*, 19(4), 859-863.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). *The role of core stability in athletic function*. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198.
- Li-Fang, L., Gin-Chang, L., Chiao-Wen, S., & Chen-Fu, H. (2008). *The application of range of motion (ROM) and coordination on volleyball spike*. Dostupné z: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/1983/1851>.
- Marcelino, R., Mesquita, I., & Sampaio, J. (2010). Efficacy of the Volleyball Game Actions Related to the Quality of Opposition. [online]. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(1-2), 34-35. Dostupné z: <http://bentham.org/open/tossj/articles/V003/34TOSSJ.pdf>.
- Matušov, M., & Přidal, V. (2015). Vzťah medzi rýchlosťou lopty pri smeči a svalovým výkonom počas tlaku na lavičke a výkonom v hode 1 kg medicínbalu u vrcholových volejbalistiek. In *Zborník vedeckých prác Katedry športových hier FTVŠ UK*, 2. Bratislava: KO&KA, 56-70.
- Monteiro, R., Marcelino, R., & Mesquita, I. (2009). Relationship between the set outcome and the dig and attack efficacy in elite male Volleyball game. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(3), 294-305.
- Plawinski, M. P. (2008). *An analysis of the different spike attack arm swing used in elite levels of men's volleyball*. Dizertačná práca. Ontario: Queens Univerzity Kingston.
- Přidal, V. (2001). Závislosť úspešnosti družstva od kvantitatívnych a kvalitatívnych charakteristík herných činností jednotlivca vo volejbale. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 42, 5-55.
- Přidal, V. (2002). Závislosť úspešnosti družstva od kvality herných činností jednotlivca pri zakladaní a zakončení útoku vo volejbale. *Česká kinantropologie*, 6(1), 27-35.
- Přidal, V. (2007). Vplyv presnosti zakladania útoku na účinnosť jeho zakončenia vo vrcholovom volejbale mužov. In *Zborník vedeckých prác Katedry hier FTVŠ UK*, 7. Bratislava: Občianske združenie Športové hry, 54-61.
- Přidal, V. (2008). Teoretické východiská diagnostiky herného výkonu vo volejbale. In *Zborník vedeckých prác Katedry hier FTVŠ UK*, 10. Bratislava: Občianske združenie Športové hry, 10-24.
- Thustý, T. (2014). Nástin historie volejbalu v československé YMCA do roku 1939. *Česká kinantropologie*, 18(4), 44-59.
- Vanderka, M., Kojnok, M., & Longová, K. (2012). Parametre výkonu v závislosti na šírke úchopu v benčprese. *Studia Sportiva*, 6(2), 5-12.
- Van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 413-418.

- Ying-Cheng, CH., & Chen-Fu, H. (2008). *Kinematical analysis of female volleyball spike*. Dostupné z: <http://www.ntnu.edu.tw/acad/rep/r97/a7/a702-1.pdf>.
- Zapletalová, L. (2005). Výber talentov vo volejbale. In L. Zapletalová, V. Přidal & J. Tokár. *Volejbal: učebné texty pre školenie trénerov I. stupeň*. (pp. 138-149). Bratislava: PEEM.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2014). *Silový trénink. Praxe a věda*. Praha: Mladá fronta a. s.

Mgr. Michal Matušov, PhD.
Fakulta telesnej výchovy a športu
Univerzita Komenského
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 9
814 69 Bratislava
matusovsvk@gmail.com