

# **METODICKÝ DOPIS – J.Šamšula (TMK ČVS): Studie dynamiky odrazu u dvou volejbalových výskoků a srovnání s výškou výskoku u odpovídajících motorických testů**

Šamšula Jaroslav, FSpS, MU Brno  
Korvas Pavel, CESA, VUT v Brně

Záměrem studie bylo srovnání vybraných ukazatelů charakterizujících úroveň explozivní síly při dvou různých druzích výskoku a výšky výskoku u dvou motorických testů u dvou věkových kategorií volejbalistů, kadetů a juniorů.

Volejbal je hra s komplexním pohybovým projevem zatěžující většinu svalů a svalových skupin těla s velkými požadavky na fyzickou, technickou, taktickou i psychickou připravenost hráčů. Pohybovou činnost při volejbalu lze charakterizovat jako krátkodobé, často opakované úseky pohybové aktivity, které se střídají s různě dlouhým přerušením. Zatížení při hře má střídavou intenzitu, od nízké po maximální (Sheppard, 2008, p.758-765; Stanganelli, 2008, p.741-749; Gabbett, 2006, p.29-35; aj.). Podle Havlíčkové (1993) je pro herní výkon hráče důležitý rozvoj rychlosti (reakční i realizační), síly (dynamického charakteru), obratnosti (koordinace) a pohyblivosti. Rozhodující činnosti se odehrávají v maximální možné výšce nad zemí, které hráči dosahují vertikálním výskokem, což zvyšuje význam odrazových schopností dolních končetin. Proto je při rozvoji kondičních schopností kladen důraz na sílu a zejména na dynamickou sílu (Dobry, 1988, p.16-19). Podle Havlíčkové (1993) by měl volejbalista dosáhnout při výskoku do výšky minimální na 330 cm. Nejhorších výkonů ve výskoku dosahují obvykle libera a nahrávači, nejlepších blokaři a smečaři. Výšku výskoku dále ovlivňují především tělesná hmotnost, výška hráče, procentuální zastoupení rychlých vláken a dostatečná pohyblivost v hlezenním kloubu (Gabbett, 2006, p.29-35; Duncan, 2006, p. 649 – 651 aj.). Ve volejbale musí hráči dokonale zvládnout několik druhů výskoků, při kterých můžeme rozlišovat různou techniku, účel, celkové provedení, přípravu na výskok, koordinaci celého těla. Předpokladem je kvalitní odraz dolních končetin, technika a koordinace (Haník, 2004, 2008, Zapletalová, 2001; aj.). Dobrá úroveň výskoku zásadně ovlivňuje kvalitu hry hráče na síti, jeho úspěšnost v obranné i útočné fázi hry. Základní druhy výskoku jsou útočný a obranný. Podle Šimonka (2006) jsou v průběhu odrazu při volejbale realizovány dvě fáze, amortizační a aktivní, které na sebe navazují a obě je nutné provést s maximální přesností tak, aby byl výskok proveden dokonale a s maximálním výkonem. Efektivita výskoku při smeči odpovídá transferu energie ze směru horizontálního do vertikálního v kinetickém řetězci začínajícím prací dolních končetin a postupuje k horním končetinám (Machado 2002, p.46). Studie různých druhů skoků a výskoků prokázaly význam velikosti dynamické síly dolních končetin pro kvalitu výkonu (maximální vertikální výška výskoku). Nicméně její účinnost souvisí se schopností transformovat kinetickou energii ve správném pohybovém řetězci (Aragon & Gross, 1997, p.24-44; Sands, 1999, p.107-127; Aragón, 2000 p.215-228; Jensen, 2003, p.345-349; Cacek, 2007, p.17-20;). To jsou základní kondiční faktory dosažení vysokého výskoku, který je předpokladem úspěšné herní činnosti jednotlivce při hře na síti. Rozhodujícím momentem z pohledu silového i technického je zvládnutí fáze optimálního protažení a zkrácení svalů účastnících se odrazu v tzv. stretch-shortening cycle - SSC (Bobbet, 1994, p.1012-1020; Sheppard, 2008, p.758-765; Amasay, 2008, 1224-1248; aj.).

Součástí ověření efektivity tréninkového procesu ve volejbale, který je zaměřený komplexně, je periodické hodnocení úrovně odrazových dovedností a dynamické síly (Voigt 2003,p.1-10; Haník 2008, p.186-7; Margues 2008, p.1147-1155; aj.). Pro hodnocení úrovně odrazových dovedností jsou obvykle využívány vertikální i horizontální skoky, testování maximální síly, silového výkonu i stupně silového rozvoje (Grassgruber & Cacek, 2008, p.157-159). Síla

dolních končetin je u hráčů volejbalu testována většinou pomocí motorických testů, méně často pomocí laboratorních testovacích zařízení (Machado, 2002, p.46; Marques, 2008, p.1147-1155). Pro správnou interpretaci výsledků u daného sportovního výkonu by měl být test maximálně specifický s pohybovými strukturami v co největší míře se shodujícími s vlastním skokem při hře. Existuje řada testů, které mají shodný nebo velmi podobný průběh pohybu jako skoky při hře. Nejčastěji se využívají skoky z místa, z rozběhu, útočný nebo obranný skok, skok z místa do dálky aj. (Měkota, 1983, p.134-135; Haník, 2004, 2008; Marques, 2008, p.1147-1155; Perič & Suchý 2010). Mezi nejpoužívanější zařízení pro testování kvality odrazových dovedností ve volejbale patří silové nebo tlakové desky OR6-5, AMTI (MA,USA), Fitro Force Plate (Fitronic, SVK), EMED (Novel, SRN), trigonometrický koberec firmy Ergojump (Digitime, Finland) nebo Jumper (Fitronic, SVK) a další (Machado, 2002, p. 46; Zvonář, 2010, p.65-68).

V některých výzkumech byly kvantifikovány síly odrazu dolními končetinami u elitních volejbalistů. Například Machado (2002, p. 46) zjistil reakci podložky ve vertikálním směru při odrazu na blok ve výši 3,3 – 4,5 násobku hmotnosti těla. Korvas & Šamšula (2010, p.117-124) při sledování vrcholových českých volejbalistů zjistili pro průměrnou sílu odrazu u mužů 2,8, juniorů 2,5 a kadetů 2,3 nTH a maximálního impulzu síly u mužů 4,2, juniorů 4,1 a kadetů 3,8 nTH.

## Metodika

Byla sledována 2 družstva, junioři (J) a kadeti (K), rozdílné průměrným věkem, výkonnostně, délkou pravidelného tréninku, s podobným objemem tréninkového procesu. Všechna družstva mají vrcholovou výkonnost. Bylo hodnoceno 13 hráčů kategorie kadet (16,3 let, 189,8 cm, 76,7 kg) a 10 hráčů kategorie junior (18,5 let, 190,0 cm, 77,7 kg). Absolvovaný tréninkový proces zaručoval kvalitní kondiční připravenost sledované oblasti sportovní výkonnosti. Kvalitu tréninkového procesu dokumentuje základní statistika z RTC. Junioři absolvovali 255 tréninkových dní, 362 tréninkových jednotek, 768 hodin tréninkového zatížení, 31 mistrovských a 53 přípravných utkání. Kadeti absolvovali podobné zatížení, 262 tréninkových dní, 380 tréninkových jednotek, 650 hodin, 61 soutěžních a 25 přípravných utkání. Byla zjišťována hodnota síly vertikální reakce podložky (VGRF) u dvou druhů volejbalových výskoků, při blokařském výskoku z místa (SBJ) a smečářském výskoku z náběhu (SJ). Každý pokus na silové desce byl proveden třikrát a vypočítán průměr.

Měření bylo provedeno na začátku druhé části soutěžního období. Byla využita dynamometrická deska FITRO FORCE PLATE 12 (fy. Fitronic, SVK) a náběhové plató v úrovni odrazové plochy desky. Jedná se o jednoduchou přesnou desku na měření dynamické síly dolních končetin při různém pohybu (běh, chůze, skoky). Skládá se z jedné desky, elektroniky, 12 bitového AD konvertoru a software pro záznam a analýzu dat, ze kterých se vypočítá akcelerace, rychlosti, přemístění a výkon z křivky síly v čase. Síly jsou zaznamenávány ve vertikální i horizontální rovině. Frekvence záznamu impulzu síly na desku byla nastavena na interval 0,001s. Hráč po zahřátí a rozcvičení provedl 1 – 2 tréninkové skoky na plošině s náběhovým platem. Následně byly měřeny tři pokusy, které byly vyhodnoceny. Měření proběhlo ve školní tělocvičně za standardních podmínek. Byla monitorována vertikální reakce síly působící na podložku (VGRF). Hodnocena byla průměrná vertikální reakce podložky vytvořená v průběhu celé kontaktní doby realizace odrazu probanda ( $F_{avg}$ ) a hodnota maximálního impulzu síly ( $F_{max}$ ) vytvořená v průběhu odrazu. Byly vyhodnoceny průměrné absolutní a relativní hodnoty reakce podložky při odrazu u jednotlivých druhů výskoku. Relativní hodnota je násobek tělesné hmotnosti k produkované vertikální reakci podložky (nTH).

Statistika: popisná statistika, parametrický t-test pro nezávislé výběry, Pearsonův korelační koeficient, věcné hodnocení pomocí Cohenova koeficientu d, statistická významnost byla hodnocena na  $p \leq 0,05$ ,

## Výsledky

Logicky ve všech sledovaných ukazatelích byli lepší hráči starší věkové kategorie. U většiny výsledků juniorů byla zjištěna vyšší homogenita, která ukazuje na vyrovnanější tým bez vynikajících a slabších jedinců.

### Výsledky skupiny juniorů

Juniori dosáhli nižších absolutních hodnot VGRF pro oba ukazatele pro SBJ (tab. 1). Zvýšení u  $F_{avg}$  pro SJ bylo 21,1 % a pro  $F_{peak}$  35,2 %. Rozdíly byly statisticky významné i velké z pohledu věcného hodnocení ( $d_{F_{avg}} = 2.84$ ;  $d_{F_{peak}} = 3.92$ ).

V relativních hodnotách byly rozdíly pro  $F_{avg}$  21.1% a pro  $F_{peak}$  35.0%, to znamenalo signifikantní rozdíly ( $p < 0.05$ ) i velké z pohledu věcného hodnocení ( $d_{F_{avg}} = 2.64$ ,  $d_{F_{peak}} = 3.89$ ).

Tab. 1 Absolutní a relativní hodnoty VGRF a výsledek motorických testů u juniorů

	VGRF – Blok				VGRF - smeč				Test SBJ	Test SJ
	$F_{avg}$ (N, % BW)		$F_{peak}$ (N, % BW)		$F_{avg}$ (N, % BW)		$F_{peak}$ (N, % BW)		(cm)	(cm)
	Absol.	Relat.	Absol.	Relat.	Absol.	Relat.	Absol.	Relat.		
<b>M</b>	1883	2.47	2542	3.34	2280	2.99	3437	4.51	68.1	77.6
<b>SD</b>	125	0.22	135	0.32	154	0.15	293	0.28	6.2	6.1

U motorických testů byl významně lepší výsledek ( $p < 0.01$ ) zjištěn u SJ o 9,5 cm (14,0 %), také velký vliv z pohledu věcného hodnocení ( $d = 1.54$ ). Vztahy mezi VGRF a výškou skoku pro absolutní hodnoty byly na střední hladině významnosti, pro relativní jen nízké (tab. 2).

Tab. 2 Korelační koeficient mezi VGRF a výsledkem odpovídajícího typu výskoku u juniorů

Proměnné	Absolutní hodnoty		Relativní hodnoty	
	$F_{avg}$ (N)	$F_{peak}$ (N)	$F_{avg}$ (N)	$F_{peak}$ (N)
<b>Blok</b>	0.485	0.663	0.152	0.343
<b>Smeč</b>	0.523	0.646	0.252	0.215

### Výsledky kadetů

Opět byly zjištěny nižší absolutní hodnoty VGRF pro  $F_{avg}$  and  $F_{peak}$  nižší u SBJ (tab. 3). U SJ byl  $F_{avg}$  vyšší o 13,8 % a pro  $F_{peak}$  o 17.5 % než u SBJ. Rozdíly byly statisticky významné ( $p < 0.05$ ), velký vliv z pohledu věcného hodnocení ( $d_{F_{avg}} = 1.02$ ;  $d_{F_{peak}} = 0.96$ ).

Rozdíly u relativních hodnot dosáhly pro  $F_{avg}$  14.1 % and for  $F_{peak}$  17.1 %, statistický významné rozdíly ( $p < 0.05$ ), velký z pohledu věcného hodnocení ( $d_{F_{avg}} = 1.45$ ;  $d_{F_{peak}} = 1.34$ ).

Tab. 3 Absolutní a relativní hodnoty VGRF a výsledek motorických testů u dorostenců

	VGRF – Blok		VGRF - Smeč		Test SBJ	Test SJ
	$F_{avg}$ (N, % BW)	$F_{peak}$ (N)	$F_{avg}$ (N)	$F_{peak}$ (N)		

	Absol.	Relat.	Absol.	Relat.	Absol.	Relat.	Absol.	Relat.	(cm)	(cm)
<b>M</b>	1762	2.34	2436	3.24	2006	2.67	2863	3.81	65.3	74.7
<b>SD</b>	155	0.22	279	0.24	229	0.26	562	0.55	3.4	3.9

Významně lepší výsledek ( $p < 0.01$ ) byl zjištěn pro SJ I u motorického testu, dorostenci dosáhli o 9,4 cm vyššího výskoku (14.4 %) než u SBJ, velký vliv z pohledu věcného hodnocení ( $d = 2.58$ ).

Vztahy mezi VGRF a výškou výskok byly střední pro absolutní hodnoty a nízké pro relativní. (tab. 4)

Tab. 4 Korelační koeficient mezi VGRF a výsledkem odpovídajícího typu výskoku u juniorů

	Absolutní hodnoty		Relativní hodnoty	
	$F_{avg}$ (N)	$F_{peak}$ (N)	$F_{avg}$ (N)	$F_{peak}$ (N)
<b>Standing block jump</b>	0.467	0.682	0.367	0.426
<b>Spike jump</b>	0.365	0.512	0.265	0.061

#### Rozdíly mezi skupinami u laboratorního testu SBJ

Juniori dosáhli vyšších absolutních hodnot VGRF pro  $F_{avg}$  i  $F_{peak}$  při velmi podobné průměrné hmotnosti skupin. Kadeti byly na úrovni 93.6 %  $F_{avg}$  and 95.8 %  $F_{peak}$  výsledků juniorů. Rozdíly nebyly statisticky významné ( $p < 0.05$ ), věcné hodnocení pro  $F_{avg}$  bylo střední ( $d=0.74$ ) a pro  $F_{peak}$  malé ( $d=0.46$ ).

Pro relativní hodnoty dosáhli junioři lepších výsledků, kadeti byli na úrovni 94.7 %  $F_{avg}$  a 97.0 %  $F_{peak}$  junior. Rozdíly nebyly statisticky významné, velké z pohledu věcného hodnocení byl efekt malý.

#### Rozdíly mezi skupinami u laboratorního testu SJ

U absolutních hodnot dorostenci dosáhli 88.0 %  $F_{avg}$  a 83.3 %  $F_{peak}$  z úrovně junior. Výsledky byly statisticky významné a efekt věcného hodnocení byl velký ( $d_{peak} = 1.10$ ;  $d_{avg} = 1.22$ ).

U relativních hodnot kadeti dosáhli 89.3 %  $F_{avg}$  and 84.5 %  $F_{max}$  z úrovně junior. Výsledky byly statisticky významné a efekt věcného hodnocení byl velký ( $d_{avg} = 1.49$ ;  $d_{peak} = 1.58$ ).

#### Rozdíly mezi skupinami v motorických testech

Juniori dosáhli lepších výsledků u obou testu. Rozdíly ale nebyly statisticky významné a věcně male, protože byly pro SBJ jen 4,3 % a pro SJ 3,9 %.

#### Diskuze

Obě skupiny dosáhly podle očekávání lepší výsledek v útočném skoku jak při laboratorním šetření v absolutních i relativních hodnotách, tak i v motorickém testu. Při laboratorním i terénním testování byly rozdíly statisticky významné. Rozdíly vyplývají z pohybové charakteristiky obou výskoků, protože při SJ se část horizontální energie transformuje v úvodní fázi skoku do vertikální a umožňuje dosáhnout lepší výkon než u SBJ (Bobbet, 1994, Bartlett, 2009, Marques, 2008). Čím lepší technika odrazu, tím efektivnější transfer energie z rychlého rozběhu do směru výskoku (Cacek 2007).

Při laboratorním šetření, stejně jako u motorických testů, dosáhla skupina juniorů lepší výsledky než skupina kadetů. Rozdíly byly ale statisticky významné jen u SJ pro  $F_{avf}$  i  $F_{peak}$  v absolutních i relativních hodnotách. To dokumentuje lepší kvalitu dynamické síly juniorů pro tento druh výskoku, která je důležitým předpokladem pro specifickou odrazovou dovednost (sklil). Tato kvalita ale nebyla potvrzena významným rozdílem ve výkonu v motorickém testu, který je důležitým ukazatelem kondiční připravenosti hráčů. Jsou sice

schopni se odrazit významně větší silou po rychlém pohybu než kadeti, ale není zde efekt významně vyššího výskoku. To naznačuje méně efektivní využití potenciálu dynamické síly a je třeba zlepšit techniku odrazu.

I pro laboratorní šetření SBJ jsme předpokládali významně lepší výsledek u starší skupiny. I když junioři dosáhli mírně lepších výsledků ve laboratorním testu síly odrazu, významný rozdíl mezi skupinami nebyl zjištěn. Tento pohyb není podmíněn kvalitním transferem energie z horizontálního do vertikálního směru a na výkonu by se měla více podílet specifická dynamická síla dolních končetin než u SJ, protože výskok začíná z klidového postavení. Výsledek z laboratorního šetření obou skupin se odrazil i ve výsledku motorického testu pouze s minimálním rozdílem ve prospěch juniorů. I zde byl předpoklad většího rozdílu ve výkonnosti z důvodu delšího specifického tréninku, větší fyzické vyspělosti juniorů i kumulovaného tréninkového efektu. Obě skupiny trénují s vysokým objemem i kvalitou a dva roky rozdílu mezi nimi se měly více projevit na sledovaných ukazatelích.

Pokud srovnáme naše výsledky laboratorního šetření s jinými studii, zjistili jsme podobné výsledky u juniorů pro SJ jako například Machado (2002) pro brazilské juniory (3,3 – 4,4 mBW). Horší výsledek 2,42 mBW uvádí Dal Pupo (2012). Pro SBJ významně lepší výsledek (5.18 – 5.3 mBW) popisuje Suda (2007) i Buchard (1990) uvádí 5.37 mBW. Ovšem Suda i Buchard testovali dospělé profesionální hráče. Naši nejlepší dva junioři dosáhli na 90 % výkonu hráčů Bucharda. To může být dobrý předpoklad pro jejich další výkonnostní rozvoj a uplatnění v týmu dospělých.

Kadeti prokázali výsledky v SJ na úrovni dolní poloviny rozsahu relativního ukazatele Machada (2002), ale dosáhli lepšího výsledku než uvádí Dal Pupo (2012). Při srovnání s našim dřívějším výzkumem Korvas and Samsula (2010) prokázali dorostenci podobné relativní hodnoty pro SJ, ale u SBJ byli horší.

Procentuální rozdíl ve výšce skoku mezi oběma motorickými testy u dorostenců je podobný rozdílu ve VGRF na force plate pro  $F_{avg}$  i  $F_{peak}$ . To může znamenat, že dynamická síla dolních končetin u dorostenců koresponduje s jejich specifickou jump performance. U skupiny juniorů procentuální rozdíly u VGRF ( $F_{avg}$  i  $F_{peak}$ ) mezi oběma typy skoků dosáhly významně vyšších hodnot než mezi motorickými testy. To znamená, že u jednoho z testů není dostatečně využita dynamická síla dolních končetin a předpokládáme, že nebyla dostatečná technika pohybu u SJ.

Při hodnocení vztahů mezi velikostí VGRF a výsledky v motorických testech byly zjištěny střední korelace absolutních hodnot  $F_{peak}$  pro obě skupiny. Pro relativní hodnoty byly vztahy u obou skupiny pro oba ukazatele VGRF jen nízké. To znamená, že pro hodnocení kvality dynamické síly mají vypovídající hodnotu spíše absolutní hodnoty VGRF a zajímavé jsou zejména výsledky  $F_{peak}$  u obou skupin. Úroveň korelace mezi absolutními hodnotami  $F_{peak}$  a výškou skoku koresponduje s výsledky Dowling and Vamos (1993), kteří také zjistili jen moderate korelace ( $r = 0.519$ ). Z uvedených výsledků vyplývá, že  $F_{peak}$  nám dokáže lépe definovat kvalitu dynamické síly jako předpokladu pro kvalitní volejbalový výskok. Skutečnost, že se ve většině studií uvádí relativní hodnoty je důležitá pro srovnání s jinými subjekty nebo skupinami. Střední korelace pro absolutní hodnoty  $F_{peak}$  a výšku obou skoků ukazují, že specifická výkonnost ve skoku a dynamická síla dolních končetin je důležitá, ale není to jediný předpoklad výkonnosti.

Mezi další předpoklady pro kvalitní výkon u obou volejbalových skoků patří především efektivní transfer horizontální energie do vertikálního směru, kvalitní pohybový řetězec při přechodu z rychlého náběhu do odrazu vertikálním směrem – kvalitní technika pohybu, schopnost uchovat elastickou energii v akumulární fázi odrazu a její využití v propulsivní fázi odrazu. Proto by měl být zjištěn rozdíl mezi skupinami v motorických testech, neboť junioři absolvovali delší specifický tréninkový proces zaměřený jak na techniku pohybu, tak i

kondici. Dorostenci byli v době testování dosud ve fázi učení a zdokonalování dovedností. (Cacek 2007; Bartlett 2009).

Nezjistili jsme těsné korelace mezi hodnotami silové reakce podložky a výškou obou skoků, ale potvrdilo se, že kvalita dynamické síly je důležitým předpokladem pro výkon v obou druzích výskoku.

### **Závěry**

Obě testované skupiny dosáhly lepších výsledků pro SJ jak v laboratorním šetření, tak i motorickém testu.

Junioři byli významně lepší než kadeti jen v laboratorním šetření dynamické síly u SJ. Tento výsledek se neodráží ve výsledku motorického testu, kde byly zjištěny podobné výkony pro obě skupiny.

Korelace mezi výkonností v motorických testech a laboratorním šetření ukazují systémově jen na  $F_{peak}$ , který by mohl být doporučen jako kritérium specifického předpokladu pro dynamickou sílu u hráčů volejbalu.

Domníváme se, že absolutní hodnoty VGRF jsou více vhodné pro intraindividuální srovnání rozvoje dynamické síly při specifickém druhu odrazu v průběhu ročního tréninkového cyklu nebo delšího časového intervalu. Relativní hodnoty jsou vhodnější pro intraindividuální srovnání jednotlivců a skupin, dále za určité období nebo i v dlouhodobějším časovém intervalu.

### **Použitá a doporučená literatura ke studiu:**

Aragón-Vargas, L. F. (2000). Evaluation of Four Vertical Jump Tests: Methodology, Reliability, Validity and Accuracy. *Measur. Phys Educ. Exerc. Sci.* 4 (4), 215-228.

Bartlett, R. (2009). *Sports biomechanics*. Routledge, Milton Park.

Bobbet, M.F., VanSoest, A.J. (1994). Effect on muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 4 (26), 1012-1020.

Burkhardt, E., Barton, B., Garhammer, J. (1990). Maximal Impact and Propulsive Forces during Jumping and Explosive Lifting Exercises. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 4 (5), 107.

Cross, R. (1998). Standing, walking, running and jumping on a force plate. *Am. J. Phys.* 67 (4), 304-309.

Dal Pupo, J., Detanico, D., dos Santos, S.G., (2012). Kinetic parameters as determinants of vertical jump performance. *Bras. Kin. Hum. Perf.* 14 (1), 41-51.

Dowling, J.J., Vamos, L. (1993). Identification of Kinetic and Temporal Factors Related to Vertical Jump Performance. *J. Appl. Biomech.* 9, 95-110.

Jensen, R., Ebben, W. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *J. Strength Cond. Res.* 17 (2), 345-349.

Hori, N., Newton, R.U., Kawamori, N., McGuigan, M.R., Kraemer, W.J., Nosaka, K. (2009). Reliability of performance measurements derived from Ground Reaction Force data during Countermovement Jump and the influence of Sampling Frequency. *J. Strength Cond. Res.* 23 (3), 874-882.

Korvas, P., Šamšula, J. (2011). The take-off changes of kinetic characteristics of young volleyball players during six month [in Czech]. *Studia Sportiva*, 5 (1), 25 - 31.

Linthorne, N.P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am. J. Phys.* 69 (11), 1198-1204.

Machado, D.B., Andrade, M.C., Avila A.O.V., Fischer, B., Schlee, G. (2002). Characteristics of ground reaction forces, moments and C.O.P. during volleyball block-jumps. In *Proceedings VIII Emed scientific meeting*, 46, Kananaskis, Alberta. Canada.

Marques, M.C, Tillaar, R., Vescovi, J.D., González-Badillo, J.J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *J. Strength Cond. Res.* 22 (4), 1147-55.

Prapavessis, H., McNair, P.J. (1999). Effects of instruction in dumping technique and experience jumping on ground reaction forces. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 29 (6), 352–356.

Sands, A., McNeal, J. Schultz, B., (1999). Kinetic and temporal patterns of free type of vertical jumps among elite international divers. *Res. Sport. Med.* 9 (2), 107-127.

Sheppard, J.M., Cronin, J.B., Gabbett, T.J., McGuigan, M.R., Extebarria, N., Newton, R.U. (2008). Relative Importance of Strength, Power, and Anthropometric Measures to Jump Performance of Elite Volleyball Players. *J. Strength Cond. Res.* 22 (3), 758-765.

Suda, E.Y., Pereira, C.S., Sacco, C.N.I., (2007). Vertical Ground Reaction Forces and EMG during Landing in functionally unstable Ankle. In Proceedings: XXV ISBS Symposium, Ouro Preto – Brazil, 231 – 234.