ZMĚNY VÝBUŠNÉ SÍLY U PROFESIONÁLNÍCH BASKETBALISTŮ PO ABSOLVOVÁNÍ ŠESTITÝDENNÍHO TRÉNINKOVÉHO CYKLU S PLYOMETRICKÝM TRÉNINKEM A TRÉNINKEM S DOPLŇKOVÝMI ODPORY

Michal Lehnert¹, Karel Hůlka¹, Ladislav Toth¹, Tomáš Malý²

¹Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého, Olomouc, Česká republika

²Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

Předloženo v květnu 2014

VÝCHODISKA: Výbušná síla dolních končetin je důležitým faktorem herního výkonu v basketbale. Ačkoli se mnoho studií zabývalo stanovením tréninkového efektu plyometrického tréninku, existuje nedostatek studií zaměřených na vrcholové basketbalisty.

CÍLE: Cílem studie bylo zjistit, jaké změny ve výbušné síle dolních končetin mohou nastat u vrcholových basketbalistů po šestitýdenním silovém tréninku obsahujícím plyometrická cvičení a cvičení s doplňkovými odpory.

METODIKA: Vrcholoví basketbaloví hráči ($n = 12$, věk $24,7 \pm 1,5$ roku, výška $197,0 \pm 7,6$ cm, hmotnost $95,8 \pm 8,1$ kg) absolvovali v rámci přípravného období šestitýdenní tréninkový program s plyometrickými cvičeními a s cvičeními s doplňkovými odpory. Tato cvičení byla zařazena dvakrát týdně (v šestém týdnu jedenkrát). Změny výbušné síly byly hodnoceny testem vertikální skok z dřepu bez švihů paží, vertikální skok z místa bez švihů paží, vertikální skok z místa se švihem paží, vertikální skok po nároku. Hráči absolvovali vstupní měření v den zahájení přípravného období a výstupní měření dva dny po skončení tréninkového programu.

VÝSLEDKY: Analýza intraskupinových změn potvrdila významné rozdíly mezi oběma měřeními u testů vertikální skok z dřepu ($Z = 2,58$; $p = ,01$; $r = ,75$), vertikální skok z místa se švihem paží ($Z = 2,49$; $p = ,01$; $r = ,72$) a vertikální skok z místa bez švihů paží ($Z = 2,75$; $p = ,01$; $r = ,79$). U testu vertikální skok po nároku byly rozdíly nevýznamné ($Z = 1,60$; $p = ,11$; $r = ,56$). Analýza intra-individuálních změn ukázala na výrazné rozdíly ve změnách výbušné síly dol-

ních končetin po šestitýdenním tréninku. Ke zlepšení ve všech testech došlo u devíti z dvanácti hráčů, naopak ve všech testech se zhoršil jeden hráč.

ZÁVĚRY: Výsledky studie u vrcholových basketbalistů potvrdily, že zařazení plyometrických cvičení a cvičení s doplňkovým odporem v přípravném období může vést k signifikantním změnám výbušné síly také u vrcholových basketbalistů.

Klíčová slova: basketbal, kondiční trénink, testování.

ÚVOD

Basketbal je týmový sport intermitentního charakteru, ve kterém se uplatňují činnosti cyklického i acyklického charakteru prováděné různou intenzitou (Hulka, Cuberek, & Svoboda, 2014). O úspěchu v utkání se rozhoduje v opakovaných krátkodobých činnostech s vysokými nároky na rychlost a na výbušnou sílu (Bloomfield, Polman, O'Donoghue, & McNaughton, 2007; Erčulj, Blas, & Bračić, 2010). Pro herní výkon v basketbalu je podstatný anaerobní výkon hráče (Delextrat & Cohen, 2009). Opakované změny rychlosti, typu lokomoce a rovněž množství výskoků (v průměru 44 ± 7 ; Ben Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007), které se vyskytují v průběhu hry, kladou především vysoké požadavky na rozvoj rychlosti lokomoce a výbušné (explozivní) síly dolních končetin.

Mezi nejčastěji používané metody pro rozvoj výbušné síly a lokomoční rychlosti patří plyometrie (Shiner, Bishop, & Cosgarea, 2005). Plyometrický trénink (PT) je založen na reflexní kontrakci svalových vláken jako odpovědi na rychlé protažení vyvolané nejčastěji kinetickou energií v průběhu amortizační fáze pohybu (tzv. stretch shortening cycle, neboli cyklus protažení a zkrácení) (Potach & Chu, 2008). Kromě kontraktlních a elastických vlastností svalů dochází při PT k zlepšení propriocepce a tolerance svalů na jeho protažení. Předností PT je, že snižuje inhibici svalového reflexu, zvyšuje práh Golgiho receptorů, zlepšuje citlivost nervosvalových vřetének, zvyšuje svalové napětí (Bompa & Carrera, 2005; Boyle, 2004; Gambetta, 1998; Chu, 1998; Ishikawa & Komi, 2003; Johnson & Halling, 1990; Potach & Chu, 2008).

PT může vést k zvýšení výbušné síly (Fleck & Kraemer, 2004; Marković, Jukic, Milanovic, & Metikoš, 2007; Soundara & Pushparajan, 2010), ale také rychlosti lokomoce (Kotzamanidis, 2006), ekonomiky běhu (Turner, 2003), kombinované lokomoce (Miller, Herniman, Ricard, Cheatham, & Michael,

2006) a současně může přispívat k snížení rizika vzniku zranění (Schmidtbleicher & Wirth, 2006).

METODIKA

Výzkumný soubor

Sledovanou skupinu tvořili profesionální basketbaloví hráči ($n = 12$, věk $24,7 \pm 1,5$ roku, výška $197 \pm 7,6$ cm, hmotnost $95,8 \pm 8,1$ kg) nejvyšší české soutěže mužů (Tabulka 1). Průměrný tréninkový věk hráčů byl $15,5 \pm 4,0$ roku. Tým byl složen ze dvou rozehrávačů, šesti křídel a čtyř pivotů. Před zahájením tréninkového cyklu byli hráči informováni o principech a cíli PT, cílech výzkumu, včetně významu a obsahu testování. Hráči dali ústní souhlas s jejich účastí a využitím získaných dat pro účely výzkumu. Hráči byli rovněž motivováni trenérem k podání maximálních výkonů.

Tabulka 1

Parametry sledovaných hráčů ($n = 12$)

Hráčská pozice	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	BMI (kg/m ²)	Věk (roky)	Sportovní věk (roky)
Rozehrávač 1	184	95	28,1	24	14
Rozehrávač 2	186	85	24,6	26	15
Křídlo 1	196	98	25,5	27	17
Křídlo 2	192	86	23,5	27	16
Křídlo 3	200	98	24,5	35	24
Křídlo 4	191	85	23,3	22	11
Křídlo 5	193	97	26,0	19	10
Křídlo 6	200	97	24,2	30	16
Pivot 1	203	97	23,5	33	22
Pivot 2	205	92	22,0	20	10
Pivot 3	206	107	25,2	24	14
Pivot 4	208	113	26,0	27	17

Tréninkový program

Šestitýdenní PT a trénink s doplňkovými odpory byly zařazeny do přípravného období, v průběhu kterého tým trénoval dvoufázově. PT byl zařazen po úvodním týdenním tréninkovém mikrocyklu, který byl prioritně zaměřený na dlouhodobou a střednědobou vytrvalost a individuální činnosti jednotlivce prováděné střední až submaximální intenzitou. PT byl zařazen dvakrát týdně. Při výběru cvičení jsme zohlednili specifické požadavky herního výkonu v basketbalu na výbušnou sílu (Chu, 1998; Radcliffe & Farentinos, 1999; Villareal, Eleftherios, Kraemer, & Izquierdo, 2009). Obsah PT programu je uveden v tabulkách 2-4. Interval odpočinku mezi jednotlivými plyometrickými cvičeními byl dvě minuty. Vzhledem k vysoké úrovni trénovanosti hráčů a ke krátké době trvání přípravného období probíhal v tomto období souběžně trénink síly v posilovně obsahující cvičení s doplňkovými odpory (Tabulka 2-4) se zaměřením na prevenci i na výkon, který byl rovněž zařazen v prvním až pátém týdnu dvakrát týdně, v posledním týdnu jedenkrát. Interval odpočinku mezi jednotlivými cvičeními byl dvě minuty, v případě výbušných technik tři minuty. Tréninkové jednotky v přípravném období dále obsahovaly trénink rychlosti lokomoce (čtyřicet až šedesát minut), herní trénink (devadesát až sto dvacet minut). Tým navíc odehrál jedenáct přípravných utkání.

Tabulka 2

Plyometrická cvičení a cvičení s doplňkovými odpory (první a druhý týden)

Týden	Den	Zaměření	Obsah
1.	PO	PL	1 × 10 opakované vertikální skoky z kotníků 1 × 10 opakované skoky vpravo a vlevo z kotníků 1 × 10 opakované vertikální skoky s rotací v kyčli 1 × 10 opakované split dřepy s výskokem 1 × 10 opakované vertikální skoky s dosahem obou paží
	ČT	PL	1 × 10 opakované vertikální skoky z kotníků 1 × 10 opakované skoky vpravo a vlevo z kotníků 1 × 10 opakované vertikální skoky s rotací v kyčli 2 × 10 opakované vertikální skoky s dosahem střídavě pravé a levé paže 2 × 15 opakované výbušné odrazy ve stoji jednož (pravá, levá) na bedýnce (30 cm) 2 × 20 opakované výbušné odrazy střídavě pravou a levou ve stoji jednož na bedýnce (30 cm)

	ÚT a PÁ	DO	3 × 12 laterální dřepy 3 × 12 split dřepy 3 × 10 leg press 3 × 10 výrazy nad hlavu 3 × 8 výpady vpřed s jednoručkami
2.	PO	PL	3 × 10 opakované výskoky na bedýnku (45 cm) a seskoky vzad 1 × 10 skok z místa přes překážku (80 cm) 3 × 3 skok daleký z místa 2 × 10 opakované vertikální skoky s dosahem střídavě pravé a levé paže 3 × 10 opakované vertikální skoky z kotníků
	ÚT	DO	3 × 8 dřep s činkou vpředu 3 × 10 leg press 2 × 8 výrazy nad hlavu 3 × 15 výpony lýtek ve stoji 2 × 6 přemístění
	ČT	PL	3 × 10 opakované skoky vpravo a vlevo z kotníků 3 × 10 opakované výbušné odrazy ve stoji jednož (pravá, levá) na bedýnce (30 cm) 3 × 10 opakované čelné výskoky na bedýnku (45 cm) a seskoky vzad 3 × 10 opakované vertikální skoky s dosahem střídavě pravé a levé paže 1 × 5 trojskok z místa
	PÁ	DO	3 × 8 dřep s činkou vpředu 3 × 10 leg press 2 × 8 výrazy nad hlavu 3 × 15 výpony lýtek ve stoji 3 × 6 přemístění

Vysvětlivky:

PL – plyometrie, DO – cvičení s doplňkovými odpory.

Tabulka 3

Plyometrická cvičení a cvičení s doplňkovými odpory (třetí a čtvrtý týden)

Týden	Den	Zaměření	Obsah
3.	PO	PL	3 × 10 vertikální skok po seskoku z bedýnky (45 cm) 3 × 10 skok z místa přes překážku (45–60 cm) 3 × 5 skok daleký z místa 3 × 10 opakované skoky přes překážku vpravo a vlevo odrazem jednož (pravá, levá) 3 × 10 opakované skoky vpravo a vlevo z kotníků
	ÚT	DO	4 × 5 dřep s činkou vpředu 3 × 10 leg press 3 × 8 výrazy nad hlavu 3 × 6 přemístění 3 × 8 zakopávání v lehu na lavici
	ČT	PL	3 × 10 opakované výskoky na bedýnku (45 cm) a seskoky 2 × 3 trojskok z místa 3 × 10 opakované laterální skoky přes překážku odrazem jednož (z pravé na levou) 3 × 10 opakované výbušné odrazy ve stoji na bedýnce (30 cm) střídavě z pravé a levé 3 × 10 opakované vertikální skoky s dosahem střídavě pravé a levé paže
	PÁ	DO	4 × 5 split dřep 3 × 10 leg press 3 × 10 výstupy jednož na lavici s činkou na zádech 3 × 8 výrazy nad hlavu 3 × 6 přemístění
4.	PO	PL	3 × 10 vertikální skok po seskoku z bedýnky (45 cm) 3 × 10 skok z místa přes překážku (45–60 cm) 3 × 10 opakované skoky přes překážku vpravo a vlevo odrazem jednož (pravá, levá) 3 × 10 skok daleký z místa
	ÚT	DO	5 × 4 dřep s činkou vpředu 3 × 10 leg press 3 × 8 zakopávání v lehu na lavici 3 × 15 výpony lýtek ve stoji 5 × 3 laterální dřepy

	ČT	PL	3 × 10 vertikální skok po seskoku z bedýnky (60 cm) 3 × 10 opakované vertikální skoky s dosahem obou paží 3 × 10 opakované skoky vpravo a vlevo přes překážku 3 × 10 opakované vertikální skoky s rotací v kyčli 3 × 5 skok daleký z místa
	PÁ	DO	3 × 8 split dřep 3 × 8 výpady vpřed s jednoručkami 3 × 8 zakopávání v lehu na lavici 5 × 5 dřep s činkou vpředu 3 × 15 výpony lýtek ve stoji

Vysvětlivky:

PL – plyometrie, DO – cvičení s doplňkovými odpory.

Tabulka 4

Plyometrická cvičení a cvičení s doplňkovými odpory (pátý a šestý týden)

Týden	Den	Zaměření	Obsah
5.	PO	PL	4 × 4 opakované split dřepy s výskokem 6 × 3 opakované vertikální skoky s dosahem obou paží 4 × 6 opakované výskoky na bedýnku (45 cm) a seskoky vzad 4 × 6 opakované skoky vpravo a vlevo přes překážku (30–45 cm)
	ST	PL	3 × 8 opakované výskoky na bedýnku (45 cm) a seskoky vzad 4 × 6 opakované skoky přes překážku vpravo a vlevo odrazem jednož (pravá, levá) 1 × 6 trojskok z místa 3 × 8 vertikální skok po seskoku z bedýnky (60 cm a více)
	PÁ	DO	3 × 8 výpady vpřed s jednoručkami 3 × 10 leg press 3 × 10 split dřep 3 × 15 výpony lýtek ve stoji 3 × 10 výstupy jednož na lavici s činkou na zádech 3 × 8 zakopávání v lehu na lavici

6.	PO	PL	5 × 7 opakované vertikální skoky s dosahem obou paží 5 × 5 opakované skoky vpravo a vlevo přes překážku (30–45 cm) 4 × 6 opakované výskoky na bedýnku (45 cm) a seskoky vzad 5 × 3 skok daleký z místa
	ST	DO	5 × 3 laterální dřepy 3 × 8 výpady vpřed s jednoručkami 3 × 6 přemístění 3 × 15 výpony lýtek ve stoji 3 × 10 výstupy jednonož na lavici s činkou na zádech
	PÁ	PL	5 × 7 opakované vertikální skoky s dosahem obou paží 3 × 10 opakované výbušné odrazy ve stoji na bedýnce (30 cm) střídavě z pravé a levé 2 × 15 opakované výbušné odrazy ve stoji jednonož (pravá, levá) na bedýnce (30 cm) 4 × 6 opakované skoky vpravo a vlevo přes překážku (30–45 cm) 2 × 8 opakované split dřepy s výskokem

Vysvětlivky:

PL – plyometrie, DO – cvičení s doplňkovými odpory.

Postup měření

Vstupní měření bylo provedeno bezprostředně před zahájením tréninkového programu, výstupní měření dva dny po jeho skončení. Při výběru testů jsme vycházeli ze zaměření tréninkového programu a požadavků herního výkonu v basketbalu. Výbušná síla dolních končetin byla postupně hodnocena testy vertikální skok z dřepu s rukama v bok (VSDB), vertikální skok z místa bez švihů paží (ruce v bok) (VSMB), vertikální skok z místa se švihem paží (VSM), vertikální skok po nároku (VSN). Výsledkem testů byl v obou případech lepší výkon (cm) ze tří úspěšných pokusů. V rámci jednotlivých testů bylo využito proudové metody, interval odpočinku mezi jednotlivými pokusy byl přibližně dvě minuty. Výška skoku byla měřena optometrickým systémem Optojump Next (Microgate, Bolzano, Itálie). Testování proběhla ve sportovní hale v rámci dopoledních tréninkových jednotek a předcházel jim odpočinkový den. Rozcvičení sestávalo ze dvou částí. Nejdříve se hráči rozcvičili individuálně a poté následovala část vedená kondičním trenérem, zaměřená na specifickou přípravu pro testování výbušné síly dolních končetin. Hráči byli rovněž trenérem motivo-

vání k dosažení maximálních výkonů. Z hlediska herního výkonu v basketbale považujeme na základě expertního posouzení za významnou změnu výsledků použitých testů vertikálního skoku minimálně o 10 %.

Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byl využit statistický program Statistica 12 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Rozdíly průměrů sledovaných proměnných sledované skupiny byly stanoveny Wilcoxonovým párovým testem. Pro výpočet effect size jsme použili vzorec podle Fritz, Morris, a Richler (2012): $R = Z/\sqrt{N}$, ($r > ,5$ velký efekt; $r < ,1$ malý efekt), kde Z je skóre Wilcoxonova párového testu a N velikost sledovaného souboru. Statistické zpracování dat bylo počítáno na hladině významnosti $p < ,05$. Do statistického zpracování dat nebyli z níže uvedených důvodů (viz diskuse) zahrnuti hráči křídlo 2 a pivot 4.

VÝSLEDKY

Výsledky intraskupinového srovnání

Výsledky vstupního a výstupního měření hráčů jsou uvedeny v Tabulce 5. V testu VSDB dosáhli hráči průměrné vstupní a výstupní hodnoty $36,0 \pm 5,51$, resp. $41,0 \pm 5,06$ cm, které znamenají zlepšení v průměru o $5,4 \pm 2,71$ cm (12,1 %). Průměrné vstupní a výstupní výsledky v testu VSM dosahovaly hodnot $47,7 \pm 7,48$ a $53,2 \pm 6,51$ cm, přičemž průměrné zlepšení činilo $5,5 \pm 3,05$ cm (10,4 %). U testu VSN jsme zaznamenali průměrné vstupní a výstupní hodnoty $55,2 \pm 6,82$, resp. $58,3 \pm 6,80$ cm, což představuje průměrné zlepšení o $3,1 \pm 2,05$ cm (5,3 %). Průměrné vstupní a výstupní hodnoty testu VSMB byly $38,2 \pm 3,29$ a $42,92 \pm 4,08$ cm. Průměrné zlepšení hráčů činilo $4,7 \pm 2,15$ cm (11,0 %). Statisticky i věcně významné rozdíly mezi oběma měřeními jsme zjistili u testu VSDB ($Z = 2,58$; $p = ,01$; $r = ,75$), u testu VSM ($Z = 2,49$; $p = ,01$; $r = ,72$) a VSMB ($Z = 2,75$; $p = ,01$; $r = ,79$). Naopak u testu VSN byly rozdíly nevýznamné ($Z = 1,60$; $p = ,11$; $r = ,56$).

Výsledky intraindividuálního srovnání

Výsledky testů hráčů v jednotlivých měřeních jsou uvedeny v Tabulce 5. V testu VSMB se nejvíce zlepšil pivot 4 (12,8 cm), naopak nejvíce se zhoršilo křídlo 2 (2,9 cm). V testu VSM dosáhl největšího zlepšení rozehrávač 2 (11,4 cm), naopak nejvíce se zhoršilo křídlo 6 (3,5 cm). V testu VSN zaznamenal nejvýraznější zlepšení (10,5 cm) pivot 4, největší zhoršení (8,1 cm) pivot 2.

V testu VSDB jsme zaznamenali největší zlepšení (11,0 cm) u pivota 4. Překvapivé bylo zhoršení o 4,3 cm u křídla 6.

Tabulka 5

Výsledky vstupního a výstupního měření měřených hráčů

Proband	VSMB1	VSMB2	VSDB1	VSDB2	VSM1	VSM2	VSN1	VSN2
Rozehrávač 1	41,8	50,5	39,3	43,8	54,5	57,7	61,1	67,7
Rozehrávač 2	42,7	47,3	39,1	50,5	52,6	66,0	57,7	67,9
Křídlo 1	40,8	48,0	37,9	43,7	47,4	54,4	50,8	61,8
Křídlo 2	40,7	37,8	38,9	39,7	48,5	50,4	57,1	56,3
Křídlo 3	40,1	41,0	38,1	38,9	51,5	52,4	56,2	57,4
Křídlo 4	39,3	45,9	36,9	47,1	51,6	54,2	58,7	62,8
Křídlo 5	41,4	45,6	38,3	40,8	52	59	56,8	61,4
Křídlo 6	42,7	41,1	41,8	37,5	56,3	52,8	63,5	56,2
Pivot 1	28,0	32,8	25,7	30,9	33,0	41,8	45,9	48,0
Pivot 2	35,7	39,1	33,0	36,8	43,0	45,9	58,0	49,9
Pivot 3	38,0	45,8	37,2	45,3	45,8	55,2	56,3	59,4
Pivot 4	27,3	40,1	26,2	37,2	36,5	49,0	40,2	50,7
Průměr	38,2	42,9	36,0	41,0	47,7	53,2	55,2	58,3
Zlepšení (%)	11,0		12,1		10,4		5,3	

Vysvětlivky:

VSMB – vertikální skok z místa bez švihů paží, VSDB – vertikální skok z dřepu bez švihů paží, VSM – vertikální skok z místa, VSN – vertikální skok po nároku, 1 – vstupní měření, 2 – výstupní měření.

DISKUSE

Diskuse k výsledkům intraskupinového srovnání

Zlepšení průměrných výsledků testů sledovaného souboru profesionálních basketbalistů v rozsahu 3,1 cm až 5,5 cm, resp. 6,4 % až 12,7 % ukazují na efektivitu použitého tréninkového programu, který obsahoval PT a trénink s doplňkovými odpory. Příčina nejnižšího průměrného zlepšení v případě testu VSN ($3,1 \pm 2,05$ cm) nám není známa, avšak i v tomto případě je třeba upozornit, že se jedná o zlepšení, které na úrovni vrcholového mužského basketbalu není zanedbatelné. Průměrné zlepšení našich hráčů po šestitýdenním tréninkovém cyklu odpovídá zjištění autorů Marković, Jukić, Milanović, & Metikoš (2007), kteří na základě analýzy řady studií došli k závěru, že absolvování PT v trvání 4 až 24 týdnů vede ke statisticky a věcně významnému zlepšení výšky vertikálního skoku v rozmezí 4,7 % až 8,7 % v závislosti od typu skoku. Villarreal et al. (2009) ve své shrnující studii, ve které analyzují výsledky plyometrického tréninku u sportovců různého věku a úrovně, ale i u nesportovců, uvádějí po absolvování PT programů dokonce zlepšení v testech vertikálního skoku v rozmezí 4,7 % až 15 %. Na základě provedené metaanalýzy studií došli k závěru, že maximální efekt byl dosažen absolvováním tréninkových programů trvajících deset a více týdnů, resp. více jak dvacet tréninkových jednotek. U neefektivnějších programů bylo využito kombinace většího počtu typů skokových cvičení, především kombinace vertikálních skoků z místa, výskoků ze dřepu a vertikálních skoků po seskoku z výšky. Autoři současně upozorňují, že velikost tréninkového efektu byla ovlivněna zkušeností (u zkušenějších vyšší), pohlavím (u mužů vyšší), avšak v některých studiích zlepšení nebylo zjištěno.

Získané výsledky můžeme konfrontovat s výsledky jiných studií zaměřených na hodnocení efektu PT. Změny u našeho souboru v testech VSM a VSN ($5,5 \pm 3,05$, resp. $3,1 \pm 2,05$ cm) se výrazně neliší od výsledků studie Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi, a Jaric (2001) provedené u juniorských basketbalistů, kteří se po absolvování 6ti týdenního PT programu zlepšili o 4,8 cm, resp. 5,6 cm. Při porovnání těchto výsledků je třeba vzít v úvahu rozdíl v obsahu a frekvenci PT (juniorští hráči prováděli výskoky po seskoku z výšky, třikrát týdně).

Naopak výsledky studie se liší od výsledků studie Lehnert, Hůlka, Malý, Fohler, a Zahálka (2013), provedené rovněž u vrcholových basketbalistů – mužů. V uvedené studii nebyl zjištěn po skončení 6ti týdenního PT programu signifikantní rozdíl v průměrných hodnotách testových skóre v testech VSM a VSN (zlepšení o 1,3, resp. 1,1 cm). Vzhledem k podobnosti tréninkových programů, shodě v tréninkovém období a úrovni hráčů, nám není známa příčina rozdílu.

Rovněž v této studii hráči absolvovali v průběhu šesti týdnů PT i silový trénink s doplňkovými odpory.

Při hodnocení velikost změn testových skóre našeho souboru je třeba rovněž zohlednit dobu trvání PT programu. Doporučená doba trvání je 6–10 týdnů (Potach & Chu, 2008), přičemž byl zjištěn pozitivní signifikantní vztah ($p < ,05$) mezi trváním tréninkového programu, počtem tréninkových jednotek a skoků v nich a tréninkovým efektem (Villarreal et al., 2009). Dalším aspektem je tréninkové období, v rámci kterého hráči PT absolvují. V případě našeho souboru byl PT zařazen po přechodném období, v jehož průběhu převládá aktivní odpočinek, resp. nespecifické zatížení. Hráči se věnují doplňkovým sportům a rekreační činnosti především aerobního charakteru a následně se individuálně připravují na zahájení společné přípravy. V tomto období se obvykle opomíjí cílený trénink výbušnosti dolních končetin, což může vést k částečnému poklesu výbušnosti hráčů (Mujika & Padilla, 2000a, 2000b). Při interpretaci výsledků studie je třeba také přihlídnout k absenci náhodného výběru, absenci kontrolní skupiny a nízkému počtu probandů.

Diskuse k výsledkům intraindividuálního srovnání

U všech hráčů kromě křídla 2, křídla 6 a pivota 2 došlo ke zlepšení výkonu ve všech výskokových testech. Křídlo 2 absolvovalo celý kondiční blok bez zdravotních problémů. Jeho zhoršení v testu VSMB (o 2,9 cm, tj. 7,1 %) a v testu VSN (o 0,8 cm, tj. 1,4 %) bylo pravděpodobně způsobeno virózou, kterou hráč trpěl dva dny před výstupním testováním a z tohoto důvodu před testováním netrénoval. U křídla 6 nastalo zhoršení hodnot u všech výskokových testů (o 3,7 až 11,4 %), přičemž největší zhoršení nastalo u testu VSN (o 7,3 cm). Uvedené zhoršení považujeme z hlediska herního výkonu v basketbale za významné. Důvod zhoršení nám není znám, neboť hráč absolvoval všechny tréninkové jednotky a v jejich průběhu neměl žádné zdravotní problémy. Při testování se, podle jeho vyjádření, cítil v pořádku a testy prováděl s maximálním úsilím. Pivot 2 se zhoršil pouze v testu VSN (o 8,1 cm, tj. 14 %). Důvod zhoršení nám rovněž není znám. Toto věcně významné zhoršení kontrastuje s nevýznamným zlepšením v ostatních testech.

Největší, věcně významná zlepšení o více jak 10 % pivota 4 ve všech testech (10,5 cm až 12,8 cm, tj. 26,1 % až 46,8 %) lze vysvětlit skutečností, že hráč dosáhl velmi nízkých vstupních hodnot. Jejich příčinou bylo pravděpodobně dlouhodobé zranění před zahájením přípravného období.

Významných zlepšení o více jak 10 % ve všech testech dosáhli rovněž rozehrávač 2 a křídlo 1. Rozehrávač 1, pivot 1 a pivot 3 se významně zlepšili ve třech

testech, křídlo 4 a křídlo 5 ve dvou testech. Při hodnocení zlepšení u pivotu 1 je však nezbytné zohlednit nízké hodnoty testových skóre.

Nevýznamná zlepšení ve všech testech (1,7 % až 2,3 %) jsme zaznamenali u křídla 3. Jedná se o pětatřicetiletého hráče, který na týmovou přípravu přijel atleticky velmi dobře připravený (Tabulka 5), neboť, podle jeho sdělení, se v druhé části přechodného období věnoval dynamickým cvičením individuálně. Předpokládáme, že tento fakt byl příčinou jeho minimálních zlepšení, resp. stagnace výbušné síly. Jednoho významného zlepšení (VSN) dosáhl pivot 2, který se však současně významně zhoršil v testu v testu VSN (14 %).

Provedená analýza ukázala na výrazné rozdíly mezi hráči ve změnách výbušné síly dolních končetin po 6ti týdenním silovém tréninku obsahujícím plyometrická cvičení a cvičení s doplňkovými odpory. Interindividuální difference v tréninkovém efektu hodnoceném testy výbušné síly dolních končetin mohly být dále způsobeny individuálními odlišnostmi v trénovanosti, dědičnými predispozicemi a úrovní osvojení plyometrických cvičení. Kromě výše uvedených faktorů lze rovněž uvažovat o sportovním věku, avšak z výsledků jednotlivých hráčů je zřejmé, že tento faktor nebyl příčinou rozdílů mezi hráči. Při hodnocení výsledků studie je rovněž nezbytné zohlednit spolehlivost použitých testů a skutečnost, že hráči byli před zahájením tréninkového cyklu informováni o cílech výzkumu, což mohlo negativně ovlivnit validitu výsledků studie.

ZÁVĚRY

Intraskupinová analýza potvrdila, že po šesti týdenním tréninku obsahující plyometrická cvičení a cvičení s doplňkovými odpory došlo ve třech ze čtyř testů výbušné síly dolních končetin k signifikantním změnám průměrných testových skóre. Analýza intraindividuálních změn prokázala, s výjimkou třech hráčů, zlepšení výbušné síly dolních končetin po absolvování šesti týdenního silového tréninku s plyometrickými cvičeními a cvičeními s doplňkovými odpory. Výsledky studie potvrdily, že zařazení plyometrických cvičení a cvičení s doplňkovým odporem v přípravném období může mít tréninkový efekt také u vrcholových basketbalistů.

DEDIKACE

Studie vznikla za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky při řešení výzkumného záměru „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (MSM 6198959221).

REFERENČNÍ SEZNAM

- Adams, K., O'Shea, J. P., & Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *The Journal of Applied Sport Science Research*, 6, 36–41.
- Ben Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under 19 year old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P., & McNaughton, L. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1093–1100.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology-General*, 141, 2–18.
- Bompa, T., & Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Boyle, M. (2004). *Functional training for sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brown, M. E., Mayhew, J. L., & Boleach, L. W. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26, 1–4.
- Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, 1974–1981.
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 42–46.
- Erčulj, F., Blas, M., & Bračič, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 297–297.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsindi, D. T., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 14, 470–476.

- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 519–525.
- Fergenbaum, M., & Wayne, M. (2001). Effects of three week sport specific plyometrics training program on leg performance of male university soccer players. In J. Blackwell (Ed.), *XIX International Symposium on Biomechanics in Sport* (pp. 235–237). San Francisco: University of San Francisco.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2004). *Designing resistance training programs*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gambetta, V. (1998). Plyometrics – myths and misconceptions. *Sport Coach*, 20(4), 7–12.
- Hůlka, K., Cuberek, R., & Svoboda, Z. (2014). Time-motion analysis of basketball players: A reliability assessment of video manual motion tracker 1.0 software. *Journal of Sports Sciences*, 32, 53–59.
- Ishikawa, M., Finni, T., & Komi, P. V. (2003). Behaviour of vastus lateralis muscle-tendon during high intensity SSC exercises in vivo. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(3), 205–213.
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Strength & Conditioning Journal*, 20, 441–445.
- Lehnert, M., Hůlka, K., Malý, T., Fohler, J., & Zahálka, F. (2013). The effect of a 6 week plyometric training programme on explosive strength and agility in professional basketball players. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 43(4), 7–15.
- Marković, G., Jukić, I., Milanović, D., & Metikoš, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 543–549.
- Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 1814–1819.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 41(2), 159–164.
- Milič, V., Nejić, D., & Kostić, R. (2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot take off jumps. *Physical Education & Sport*, 6(2), 169–179.
- Miller, M. G., Berry, D. C., Bullard, S., & Gilder, R. (2002). Comparisons of land-based and aquatic based plyometric programs during an 8 week training period. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11, 268–283.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000a). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations (Part I). *Sports Medicine*, 30(2), 79–87.

- Mujika, I., & Padilla, S. (2000b). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations (Part II). *Sports Medicine*, 30(3), 145–154.
- Potach, D. H., & Chu, D. A. (2000). Plyometric training. In R. T. Beachle & R. W. Earle (Eds.), *Essentials of strength training & conditioning* (pp. 427–470). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Radcliffe, J. C., & Farentinos, R. C. (1999). *High powered plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rahimi, R., & Behpur. N. (2005). The effect of polymetric: Weight and training on Anaerobic power and muscular strength. *Facta Universitatis: Physical Education & Sport*, 3, 81–91.
- Schmidtbleicher, D., & Wirth, K. (2006). Comparison of different strength methods for the development of power. In H. Schwameder et al. (Eds.), *XXIV International Symposium on Biomechanics in Sport* (pp. 306–310). Salzburg: University of Salzburg.
- Shiner, J., Bishop, T., & Cosgarea, A. J. (2005). Integrating low-intensity plyometrics into strength and conditioning programs. *Strength & Conditioning Journal*, 27(6), 10–20.
- Soundara, R., & Pushparajan, A. (2010). Effect of plyometric training on the development the vertical jump in volleyball players. *Journal of Physical Education & Sport*, 28(3), 65–69.
- Thomas, K., French, D., & Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, 332–335.
- Turner, A., Owings, M., & Schwane, J. A. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17, 60–67.
- Villareal, E. S., Eleftherios, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: A meta-analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, 495–506.

doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.
Fakulta tělesné kultury
Univerzita Palackého v Olomouci
tř. Míru 115
771 11 Olomouc
e-mail: michal.lehnert@upol.cz

CHANGES OF EXPLOSIVE STRENGTH IN PROFESSIONAL BASKETBALL PLAYERS AFTER A SIX WEEK TRAINING CYCLE WITH PLYOMETRIC TRAINING AND RESISTANCE TRAINING

BACKGROUND: Explosive strength of the lower extremities and agility are important parts of game performance in basketball. Although numerous studies have focused on the assessment of the training effect of plyometric training, studies focusing on elite players are missing.

OBJECTIVE: The aim of the study was to find out what changes in explosive strength of the lower extremities take place after a 6 week strength training with plyometric exercises and resistance exercises in elite basketball players.

METHODS: Elite basketball players ($n = 12$; age 24.71 ± 1.5 years; height 197.0 ± 7.6 cm; weight 95.8 ± 8.1 kg) performed during pre-season a 6 week training program with plyometric exercises and resistance exercises which were conducted biweekly during the pre-season. The changes in explosive strength were measured by the squat jump without arms, the counter movement jump without arms, the counter movement jump free arms and the 2 step run up jump. The players participated in two measurements. The 1st (pretesting) was performed on the first day of pre-season and the 2nd (posttesting) was completed two days after terminating the PT programme. The differences between the average values of the monitored parameters were determined by the Wilcoxon paired test. To calculate the effect size formula according to Fritz, Morris, and Richler (2012): $R = Z/\sqrt{N}$ was used.

RESULTS: Analysis of intra-group changes confirmed significant differences between the two measurements in tests of vertical jump squat ($Z = 2.58$, $p = .01$, $r = .75$), vertical jump from the point of the swing arm ($Z = 2.49$, $p = .01$, $r = .72$) and vertical jump from place without the swing arm ($Z = 2.75$, $p = .01$, $r = .79$). In case of the two step run up jump significant differences were not found ($Z = 1.60$, $p = .11$, $r = .56$). Analysis of intra-individual changes showed the significant interindividual differences in the changes of the explosive power of the lower limbs after a 6 week training. The improvement in all tests was observed in nine of the twelve players, oppositely the deterioration in one player.

CONCLUSIONS: The results of the study in elite basketball players have confirmed that the inclusion of plyometric exercises and exercises with additional resistance in the preparatory period may lead to significant changes in explosive power even elite senior basketball players.

Key words: basketball, fitness training, testing.