STIMULACE VYTRVALOSTNÍ SÍLY PROSTŘEDNICTVÍM CVIČENÍ NA NESTABILNÍCH OPORNÝCH PLOCHÁCH

STIMULATION A STRENGTH ENDURANCE THROUGH EXERCISES ON THE UNSTABLE SURFACES

R. Jebavý¹, T. Perič², J. Baláš³ & P. Šťastný⁴

¹Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra atletiky

²Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra pedagogiky, psychologie a didaktiky

³Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra laboratoře sportovní motoriky

⁴Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportovních her

ABSTRACT

In our work we sought to verify the affecting the efficiency of a Strength programme of exercise on unstable surfaces for stimulation of strength endurance abilities, compared to a similar didactic programme conducted on stable surfaces. The proband sample was selected from the population of college and Prague recreational and active sportsmen (whose movement activity was not focused directly on stimulation of strength abilities). The sample was made up of men aged 20 to 35 (n = 75). The proband were randomly assigned to three groups (Experimental Group I – unstable surfaces, Experimental Group II – stable surfaces, Control Group III – without programme. The movement programme lasted 10 weeks and contained 22 exercise units (on stable or unstable surfaces). When evaluating the overall results of the tests before and after the experimental programme, we come to be of the opinion that the experimental programme manifested itself positively in effectiveness of stimulating strength abilities. The strength programme had an influence on increasing the persistence of strength in dynamic and static regimens. In the case of a strengthening programme on unstable surfaces there was a tendency towards greater growth in the number of repetitions as opposed to programme on a stable base at the beginning of the programme in the case of exercise in a dynamic regimen.

Keywords: strength endurance preparation; dynamic and static regimens; unstable surfaces; stable surfaces

SOUHRN

V naší studii se zabýváme porovnáním a ověřením účinnosti experimentálního cvičebního programu na nestabilních a stabilních oporných plochách pro stimulaci vytrvalostní síly. Výzkumný soubor byl tvořen muži (rekreační sportovci) ve věku 20 – 35 let (n = 75). Probandi byli randomizovaně přiděleni do tří skupin (experimentální I – nestabilní oporné plochy, experimentální II – stabilní oporné plochy, kontrolní skupina III – bez programu). Experimentální faktor představoval specifický silový program (cvičení na nestabilních oporných plochách, cvičení na stabilní podložce, bez cvičebního programu). Pohybový program trval 10 týdnů a obsahoval 22 cvičebních jednotek. Cvičení na nestabilních i stabilních oporných plochách se statisticky i věcně významně projevilo v nárůstu silové vytrvalosti v dynamickém i statickém režimu. U tréninkového programu na nestabilních oporných plochách byla tendence vyšších přírůstků počtu opakování oproti intervenci na stabilní podložce jen v počátku programu a to pouze u cvičení v dynamickém režimu. Zařazení silových cvičení na nestabilních oporných plochách může představovat i jednu z forem kompenzačních prostředků ve sportovní přípravě rekreačních sportovců sloužící ke zlepšení stability trupu.

Klíčová slova: vytrvalostní síla; dynamický a statický režim; nestabilní oporné plochy; stabilní oporné plochy

Úvod

V současné době klade sportovní praxe nároky na všechny složky sportovní přípravy, neustále dochází ke zvyšování tréninkového zatížení, zejména

v oblasti intenzifikace. U většiny sportovců to vyžaduje vysokou připravenost v širší škále silových projevů včetně stimulace vytrvalostní síly, která je mnohými autory (Beachle et al., 2008;

Plowman & Smith, 2007; Siff, 2003) považována za základ pro bezpečnou stimulaci silových schopností vyšší intenzity. Vytrvalostní síla je obecně charakterizovaná schopností opakovat nebo udržet zátěž na úrovni 40-60 % 1 opakovací maximum (OM) (Siff, 2003). Pro potřeby naší studie dělíme silovou vytrvalost na dvě složky a to statickou a dynamickou. Statickou vytrvalost je možné hodnotit dobou, po kterou udržíme v určené poloze zátěž určité hmotnosti, určitého maxima 1OM a dynamickou provádíme do vita maxima s určenou hmotností.

Z tréninkových prostředků využívaných k stimulaci silové vytrvalosti jsou běžně používána cvičení s volnými činkami, cvičení na posilovacích strojích a cvičení s odporem vlastní hmotnosti těla. V poslední době se začíná prosazovat stimulace silových schopností a aktivace hlubokého stabilizačního systému prostřednictvím cvičení na nestabilních oporných plochách (Potvin & Benson, 2003). Proto mezi nové tréninkové přístupy řadíme i použití nestabilních oporných ploch, které se využívají ke zlepšení posturální stability s ohledem na nově vzniklé adaptační a kompenzační mechanismy (Kolářová et al., 2011). Původně se využívaly v preventivní a léčebné rehabilitaci, ale dnes je řada sportovců zařazuje do své sportovní přípravy kvůli zvýšení obtížnosti cviku a také zvýšení trupové stability i rovnováhy (Jebavý et al., 2012; Valjent, 2008). Není však jednoznačně stanoveno, pro jakou oblast silových schopností jsou tato cvičení optimální a stejně tak není zřejmé, jaký typ oporných ploch je pro danou činnost nejvíce efektivní.

Kolář & Lewit (2005) zdůrazňují, že nestabilní oporné plochy při cvičení vedou na rozdíl od stabilního podkladu ke zvýšené činnosti hlubokého stabilizačního systému (dále jen HSS) a rovněž vyšší koncentraci pro provedení cviku. Podle autorů, kteří se danou problematikou v praxi zabývají (Goodman, 2008; Kyungmo et al., 2009; Ruiz & Richardson, 2005; Yaggie & Campbell, 2006) jsou svaly při silových cvičeních na nestabilních oporných plochách na rozdíl od stabilních podložek zapojeny do činnosti v různém čase i různém pořadí. Při udržování rovnováhy na nestabilních oporných plochách se při silovém cvičení do regulace pohybu ve větší míře zapojují i receptory pohybových orgánů – proprioreceptory (Čierná et al., 2010). Proprioreceptory (svalová vřeténka, šlachová tělíska) neustále vysílají do CNS informace o aktuálním stavu každého svalu. Zejména právě proprioreceptory a zraková kontrola umožňují, že jsou naše pohyby přesně korigovány co se rozsahu a intenzity týče, protože neustálé dostředivé vzruchy z těchto receptorů umožňují prostřednictvím CNS stálou kontrolu a úpravu další činnosti svalů podle okamžité situace (Lephart et al., 2000; Zech et al., 2010).

Autoři (Kyungmo et al., 2009; Ruiz & Richardson, 2005; Yaggie & Campbell, 2006) poukazují na výrazný efekt využívání nestabilních oporných ploch na zapojení nových motorických jednotek a posturálního svalstva v oblasti HSS. Podle Hamára a Lipkové (1996) se také díky nestabilním oporným plochám zlepšuje svalová regulace při produkci svalové síly, což se projevuje schopností zapojit v určitém čase vyšší počet motorických jednotek. Koordinací náboru několika motorických jednotek se zvýší i maximální síla kontrakce celého svalu, respektive celých svalových skupin. Fry et al. (2004) shledal za pomoci elektromyografie (EMG) zlepšené schopnosti současně aktivovat vyšší počet svalových vláken a motorické jednotky. Na druhou stranu, Goodman (2008) ani Nuzzo (2008) nenašli rozdíl ve svalové aktivaci při cvičení s činkami na nestabilní oporné ploše a lavičce. Na základě těchto východisek se objevují otázky, jestli přináší stimulace silových schopností založená na cvičení na nestabilních oporných plochách větší efektivitu rozvoje než obdobná cvičení na stabilních podložkách? Podle uvedených autorů mají silová cvičení na nestabilních oporných plochách poměrně velký potenciál.

Cíl práce

Ověřit účinnost silového cvičebního programu na nestabilních oporných plochách v porovnání s obdobným programem realizovaným na stabilních podložkách.

Metodika

Výzkumný soubor

Vzorek účastníků byl vybrán z populace vysokoškoláků a pražských rekreačních sportovců, jejichž pohybová činnost nebyla soustředěná přímo na stimulaci silových schopností. Soubor byl tvořen muži ve věku 20 – 35 let ($n = 75$). Účastníci byli randomizovaně přiděleni do tří skupin (I. experimentální skupina, $n = 25$, II. experimentální skupina, $n = 25$, III. kontrolní skupina, $n = 25$).

Postup měření

Z metodologického hlediska se jednalo o jednofaktorový, tříhladinový terénní experiment. Experimentální faktor představoval specifický silový program (cvičení na nestabilních oporných plochách, cvičení na stabilní podložce, bez cvičebního programu). Program trval celkem 10 týdnů a obsahoval 22 cvičebních jednotek (2 – 3 cvičební jednotky týdně v délce 45 – 60 min).

Před zahájením programu byl proveden pre-test úrovně silových schopností, kontrolní měření bylo provedeno po pěti týdnech a post-test po ukončení programu.

Po randomizovaném rozdělení do skupin podle experimentální skupina I a II test maximální síly z důvodu určení odporu pro intervenční

program. Test obsahoval cviky dřep a tlak na lavici. Odpor zatížení během silového programu byl stejný pro všechny účastníky a pohyboval se podle druhu cvičení mezi 30 – 50 % maxima. Rychlost provedení cviků byla vždy nemaximální, kladl se důraz na plynulý pohyb v excentrické i koncentrické fázi bez zastavení v nejnižší i v konečné pozici. Jedno opakování trvalo 3 s pro provedení dřepu a 2,5 s pro tlaky na lavici a kliky. Frekvence opakování byla určována metronomem. Test maximální síly byl proveden dvakrát. Podruhé se uskutečnil po kontrolním měření. Podle jeho výsledků se upravily velikosti odporů u cvičení. U kontrolní skupiny k testu maximální síly nedošlo.

První experimentální skupina (dále jen E I) absolvovala silový program jen na nestabilních oporných plochách. Druhá experimentální skupina (dále jen E II) absolvovala celý silový program na stabilních podložkách s fixováním podpurných tělesných segmentů. Kontrolní skupina (dále jen KS) neabsolvovala žádný silový program. Obsahem experimentálního silového programu obou experimentálních skupin byly stejné nebo velmi podobné intervenční činitele pro cvičení včetně výběru prostředků, které byly používány při testování: dřepy, tlaky na lavici a kliky v různých modifikacích (měnila se šířka základních pozic, dřepy byly prováděny na dvou i jedné dolní končetině v různém rozsahu, u tlaků a kliků se měnil úchop, sklon a rozsah pohybu). Všechny cviky z testové baterie byly prováděny na stabilní podložce. Jejich výběr do studie byl cílený kvůli možnému odlišnému dopadu silového programu na jednotlivé segmenty těla (dřep testuje sílu dolních končetin, tlak na lavici a klik sílu horních končetin, ale v obrácené pozici i odlišné zátěži). V programu se u obou skupin shodovaly veškeré metodotvorné činitele, tedy jak počty opakování, tak délka i rychlost provedení jednotlivých cvičení včetně intervalů odpočinku. Jediným intervenčním rozdílem u obou experimentálních skupin bylo použití nestabilních oporných ploch (jen u E I). Instruktáž a vedení celého programu bylo provedeno zaškoleným trenérem a fyzioterapeutem.

Tréninkový program byl zahájen i zakončen testováním silové vytrvalosti, které proběhlo formou šesti standardizovaných motorických testů (Měkota & Blahuš, 1983). Testována byla dynamická a statická vytrvalost v relativní síle (1,5 násobek hmotnosti účastníka pro dřep, 1,4 násobek hmotnosti účastníka pro tlaky na lavici a 1 násobek hmotnosti účastníka pro klik). Výkon u jednotlivých cvičení byl vždy prováděn do vita maxima. Nejdříve se provedl cvik v dynamickém režimu a po odpočinku následoval stejný cvik ve statickém režimu. Rychlost provedení jednotlivých opakování u dynamického režimu byla určována metronomem. Interval odpočinku mezi jednotlivými testy činil vždy pět minut.

Vyhodnocování výsledků

K charakteristice souboru byla použita deskriptivní statistika (průměry a směrodatné odchylky). Efekt tréninkového programu byl posouzen 3 x 3 (čas x tréninkový program) analýzou rozptylu s opakováním měření, kde čas představoval vnitroskupinový a tréninkový program meziskupinový faktor. Levenův test byl proveden k zjištění homogenity chybového rozptylu v jednotlivých buňkách. Statistická významnost α byla stanovena na hladině $p < 0,05$ a parciální η^2 bylo uvedeno k hodnocení procenta vysvětlené rozptylu nezávisle proměnnou. Posouzení významnosti rozdílů z hlediska věcného bylo stanoveno na základě střední chyby měření (SEM), která je dána vzorcem $SEM = s\sqrt{(1-r)}$, kde s je směrodatná odchylka souboru a r je koeficient reliability. Jako koeficient reliability byly u cviků z testové baterie brány následující hodnoty: dřep $r = 0,90$; tlak na lavici $r = 0,90$; kliky $r = 0,85$ (Měkota & Blahuš, 1983). Námi vybraná testová baterie je standardizována i pro vytrvalostní sílu. K výpočtům a grafickým znázorněním byl použit software SPSS pro Windows (19.0) a Microsoft Excel (2002).

Výsledky

Při posuzování celkových výsledků testů před a po experimentálním programu docházíme k názoru, že vlastní experimentální program se pozitivně projevil v efektivitě stimulace dynamické i statické silové vytrvalosti. Průměry a směrodatné odchylky všech měření jednotlivých testů jsou na grafech 1-6. Shledali jsme významnou interakci silového experimentálního programu a času (měření) ve všech testech: Rozdíl působení tréninkového programu na výsledky testů můžeme posuzovat na základě interakce času a tréninkového programu. Významnou interakci jsme zaznamenali pro dynamický dřep $p=0.000$; $\eta^2=0.57$, statický dřep $p=0.000$, $\eta^2=0.22$, dynamické tlaky s činkou $p=0.000$; $\eta^2=0.46$, statický tlak s činkou $p=0.000$, $\eta^2=0.27$, klik $p=0.000$, $\eta^2=0.27$ a statická výdrž v kliku $p=0.000$, $\eta^2=0.18$ pouze mezi pre – testem (prvním) a kontrolním (druhým) měřením. Mezi kontrolním a post – testem (třetím) měřením k žádné významné interakci nedošlo.

Tabulka 1. Střední chyby měření (SEM) pro jednotlivá měření.
Table 1. The standard error of the mean (SEM) for measurements.

	Opakované dřepe (počet)	Výdrž ve dřepu (s)	Opakované tlaky (počet)	Výdrž v tlaku (s)	Opakované kliky (počet)	Výdrž v kliku (s)
SEM	3,2	3,5	4,0	3,8	3,7	3,8

Graf 1. Průměrné výsledky a směrodatné odchylky pro opakované dřepe v 1., 2. a 3. měření.

Graph 1. Average results and standard deviations for repetitive squats on 1st, 2nd and 3rd measurement.

Graf 2. Průměrné výsledky a směrodatné odchylky pro statickou výdrž ve dřepu v 1., 2. a 3. měření.

Graph 2. Average results and standard deviations for static squats on 1st, 2nd and 3rd measurement.

Rozdíl naměřených hodnot dynamické i statické silové vytrvalosti u pre-testů a post-testů byl u E I a E II vždy vyšší než SEM. U KS byly rozdíly u obou testů menší než SEM.

Na prvním grafu vidíme, že v testu dynamické dřepe se během intervence E I průměrně zlepšila o 12,2 opakování, E II se průměrně zlepšila o 7,2 opakování a KS měla při výstupním testování průměrný rozdíl oproti vstupním hodnotám + 0,7 opakování. Na grafu je patrné, že největší rozdíly v přírůstcích nastaly po kontrolním měření. Ve výsledcích tohoto testu byly rovněž zjištěny nejvyšší přírůstky ze všech testovaných položek.

Na druhém grafu vidíme, že v testu statický dřep se během intervence E I průměrně zlepšila o 8,8 s, E II se průměrně zlepšila o 8,3 s a KS měla při výstupním testování průměrný rozdíl oproti vstupním hodnotám – 0,4 s.

Na třetím grafu vidíme, že v testu dynamické tlaky na lavici se během intervence E I průměrně zlepšila o 9,2 opakování, E II se průměrně zlepšila o 6,8 opakování a KS měla při výstupním testování průměrný rozdíl oproti vstupním hodnotám + 0,9 opakování.

Graf 3. Průměrné výsledky a směrodatné odchylky pro opakované tlaky na lavici v 1., 2. a 3. měření.

Graph 3. Average results and standard deviations for repetitive bench press on 1st, 2nd and 3rd measurement.

Na čtvrtém grafu pozorujeme, že v testu statický tlak na lavici se během intervence E I průměrně zlepšila o 8,6 s, E II se průměrně zlepšila o 4,8 s a KS měla při výstupním testování průměrný rozdíl oproti vstupním hodnotám – 3,5 s.

Graf 4. Průměrné výsledky a směrodatné odchylky pro statickou výdrž v tlaku na lavici v 1., 2. a 3. měření.

Graph 4. Average results and standard deviations for static bench press on 1st, 2nd and 3rd measurement.

Graf 5. Průměrné výsledky a směrodatné odchylky pro opakované kliky v 1., 2. a 3. měření.

Graph 5. Average results and standard deviations for repetitive press ups on 1st, 2nd and 3rd measurement.

Na pátém grafu vidíme, že v testu dynamické kliky se během intervence E I průměrně zlepšila o

6,3 opakování, E II se průměrně zlepšila o 5,3 opakování a KS měla při výstupním testování průměrný rozdíl oproti vstupním hodnotám + 0,4 opakování.

Na šestém grafu pozorujeme, že v testu statický klik se během intervence E I průměrně zlepšila o 10,2 s, E II se průměrně zlepšila o 7,1 s a KS měla při výstupním testování průměrný rozdíl oproti vstupním hodnotám + 1,8 s.

Podle výsledků je patrné, že intervenční silový program měl vliv na zvýšení měřených hodnot u obou experimentálních skupin. Jejich nárůst je oproti skupině kontrolní statisticky i věcně významný.

Grafy 1, 3, 5 indikují tendenci vyšších přírůstků u cvičení dynamického režimu ve srovnání se statickým provedením (grafy 2, 4, 6).

U E I jsme konstatovali oproti E II tendenci lepších výsledků po prvních pěti týdnech silového programu hlavně v testech dynamické dřepy (E I má průměrný přírůstek 8,5 opakování a E II 3,2 opakování), dynamické tlaky na lavici (E I má průměrný přírůstek 6,2 opakování a E II 3,6 opakování) a dynamické kliky (E I má průměrný přírůstek 3,6 opakování a E II 2,1 opakování, grafy č. 1, 3, 5).

Graf 6. Průměrné výsledky a směrodatné odchylky pro statickou výdrž v kliku v 1., 2. a 3. měření.

Graph 6. Average results and standard deviations for static press ups on 1st, 2nd and 3rd measurement.

Diskuze

Cíl studie byl zvolen na základě poznatků ze sportovní praxe a odborných publikací zabývajících se silovými schopnostmi (Beachle et al., 2008; Fleck & Kraemer, 1987). Pokusili jsme se s ohledem na stoupající popularitu cvičení na nestabilních plochách experimentálně ověřit naši studii zaměře-

nou na stimulaci vytrvalostních silových schopností. Byly zaznamenány významné rozdíly mezi oběma experimentálními skupinami a skupinou kontrolní. Tréninkový program měl významný vliv na zvýšení měřených hodnot u obou experimentálních skupin. Shodujeme se tedy s literaturou, že využitý intervenční program má vliv na stimulaci silových schopností u populace rekreačních sportovců (Beachle et al., 2008; Fleck & Kraemer, 1987). Tento dílčí výsledek byl očekáván jako nutná podmínka pro relevantnost hodnocení experimentálních skupin E I a E II mezi sebou. U výstupních výsledků skupiny E I byla zjištěna vůči skupině E II tendence k vyššímu nárůstu úrovně silové vytrvalosti po prvních pěti týdnech tréninkového programu. Uvedení autoři ve svých studiích (Čierná et al., 2010; Goodman, 2008; Kyungmo et al., 2009; Yaggie & Campbell, 2006) tento rozdíl vysvětlují možným nábojem nových motorických jednotek u cvičení na nestabilních plochách, tedy zvýrazněné vnitrosvalové a mezi-svalové koordinace. Tato myšlenka je ale velmi hypotetická a nespecifická s ohledem na fakt, že samotná vnitrosvalová koordinace má tři základní mechanismy pro zlepšení svalové síly, přičemž synchronizace motorických jednotek (MJ) závisí i na psychologických faktorech a stavu CNS (Zech et al., 2010). Podle Koláře & Lewita (2005) je rozdíl možný právě i zvýšenou koncentrací na provedení cviku v případě nestabilních plošin. Diskutabilní je efekt energetického výdeje, který ovlivňuje objem cvičení (Nuzzo, 2008). Existují názory, že u cvičenců na nestabilních oporných plochách je energetický výdej vyšší a tím je vlastně dosaženo vyššího tréninkového objemu. Dřep na nestabilní oporné ploše s 50 kg bude totiž energeticky vždy více náročný nežli dřep s 50 kg při stabilním podkladu. V této studii byl rovněž cvičební objem určen s obdobnou zátěží na stabilních i nestabilních plochách. Výsledky experimentální skupiny E I by tedy mohly být částečně ovlivněny i energetickým výdejem, a to především kvůli faktu, že naše testy mají silové vytrvalostní režim. Přičemž u vytrvalostní síly má vyšší podíl na efektu cvičení celkový objem, nežli intenzita pohybu (Ruiz & Richardson, 2005). Studie Zemkové (2010) se touto problematikou zabývá. Zemková porovnávala energetický výdej skupin cvičenců na nestabilním a stabilním podkladě při dřepu a tlaku s činkou. Její výsledky ukazují, že za 1 minutu cvičení byl energetický výdej na nestabilních podložkách o něco vyšší. Jednalo se sice o věcně nevýznamné rozdíly (27,5 kJ ku 25,0 kJ ve dřepu a 22,1 kJ ku 18,7 kJ při tlaku s činkou), ale zato u nízkého množství pohybů (naš tréninkový program zahrnuje daleko vyšší množství opakování, nežli bylo použito ve zmíněné studii).

Dalším možným zdůvodněním je rychlejší a kvalitnější aktivace hlubokého stabilizačního systému v oblasti páteře, který se na nestabilních

oporných plochách může stimulovat výrazněji než na stabilních podložkách (Kolář, 2006; Kyungmo et al., 2009). Tento argument přichází v úvahu zejména u méně trénovaných (rekreačních) sportovců, což odpovídá zkoumaným skupinám. V druhé části experimentu jsou rozdíly mezi skupinou E I a E II již minimální. U statického provedení cviků dokonce žádné rozdíly mezi skupinou E I a E II nepozorujeme. Můžeme se tedy domnívat, že výraznější silový efekt pro vytrvalostní silovou přípravu u dynamického režimu cvičení z počátku intervence se po déletrvajícím aplikaci postupně vytrácí a cvičení na nestabilních oporných plochách přestává být efektivní. Podle výsledků se jeví, že pro statický režim cviků nemají silová cvičení na nestabilních oporných plochách oproti stabilním podložkám z hlediska výkonu žádný význam. Naše zjištění je částečně v souladu s výzkumem Čierné et al. (2010). Sledovala změny v projevech maximální síly v tlaku na stabilním a labilním podkladě. Neshledala významné rozdíly maximální síly v 1 RM mezi tlakem na lavici a na velkém míči. Dokonce se projevovaly tendence vyšších výkonů při použití stabilní podložky oproti labilní. Při tlaku na lavici naměřila hodnoty $81,33 \pm 12,74$ kg oproti $80,67 \pm 14,62$ tlaku na velkém míči. Dle pojetí testovaných parametrů se však nelze tyto dva typy testů srovnávat. Dá se však předpokládat, že se zvyšujícími se nároky na intenzitu pohybu je význam užití nestabilních plošin nižší, jak vyplývá ze základního pojetí mechanismů náboru MJ (Siff, 2003; Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Námi naměřené hodnoty můžeme stáhnout pouze k populaci mužů mezi 20 – 35 rokem, kteří se silovému tréninku pravidelně nevěnují. Pro tuto cílovou skupinu jsou cvičení na nestabilních oporných plochách vhodným tréninkovým prostředkem pro zlepšení silové vytrvalosti. Silový trénink na nestabilních plošinách je dle našich naměřených hodnot účinnější, nežli trénink na stabilních plošinách pouze při aplikaci do pěti týdnů. Po této tréninkové době již program na nestabilních plošinách nepřináší dostatečný efekt. Lze tedy očekávat, že zvýšení efektivity cvičení u výkonnostních sportovců bude pro užití nestabilních plošin ještě kratší doby, nežli je tomu u méně adaptovaných jedinců.

Nestabilní oporné plochy se dle výsledků jeví, že oproti stabilním podložkám mají zvýšené silové a koordinační nároky, které mohou být cestou ke zkvalitnění silové přípravy sportovců a nepřímo přispět k vyšší sportovní výkonnosti. Na druhou stranu, každý cvičenec musí mít na paměti, že nestabilní oporné plochy mají zvýšené riziko chybného provedení, než cvičení na stabilní podložce. Proto by měla být prováděna pod kontrolou zkušeného odborníka (Čech & Tlapák, 2010).

Závěr

Na základě výsledků našeho experimentu se ukázalo, že silový program na nestabilních i stabilních oporných plochách měl vliv na zvýšení silové vytrvalosti v dynamickém i statickém režimu u rekreačních sportovců ve věku 20 – 35 let. U silového programu na nestabilních oporných plochách byla tendence vyššího přírůstku počtu opakování oproti intervenci na stabilní podložce pouze v první polovině programu (5 týdnů). V druhé části programu jsme žádné statisticky ani věcně významné rozdíly nenalezli. U statického režimu vytrvalostní síly mezi E I a E II během celé intervence k žádným statistickým ani věcně významným rozdílům nedošlo.

Literatura

Baechele, T. R., Earle, R. W., & Wathan, D (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign: Human Kinetics.

Čech, Z., & Tlapák, P. (2010). Koncepce centračně-stabilizačních posilovacích cvičení. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4, 181-187.

Čierná, D., Zemková, E., Vanderka, M., & Kampmiller, T. (2010). Atletika 2010. In Vindušková, J. *Špecifika kondičného posilovania v kombinácii s fitloptou*. Praha: UK FTVS, 151–156.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1987). *Designing resistance training programs*. Champaign: Human Kinetics.

Fry, A. C. et al. (2004). Performance decrements with high intensity resistance exercise overtraining. In Moravec, R. et al. *Teória a didaktika športu*. Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, 86.

Goodman, C. A. (2008). No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable an unstable surface. *Journal of strength and conditioning research*, 88-94.

Hamár, D., & Lipková, J. (1996). *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: UK.

Jebavý R., Jalovcová, M., & Baláš, J. (2012). Silová cvičení na nestabilních plochách jako prostředek pro zlepšení činnosti hlubokého stabilizačního systému. *Rehabilitácia*, 1, 18–27.

Kolář, P., & Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 5, 270–275.

Kolář, P. (2006). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů - diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 15 (4), 155-170.

Kolářová, B., Krobot, A., Janura, M., & Kolář, P. (2011). Strategie posturální kontroly u jedinců po amputaci dolní končetiny a možnost jejího terapeutického ovlivnění. *Rehabilitácia*, 2, 80–86.

Kyungmo, H., Ricard, M. D., & Fellingham, G. W. (2009). Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for individuals. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. With a History of Ankle Sprains, 4, 246-255.

Lephart, S. M., Riemann, B. L., & Fu, F. H. (2000). Introduction to the sensorimotor system. In: Lephart, S. M., & Fu, F. H., eds. *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Champaign, Ill: Human Kinetics.

Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN.

Nuzzo, J. L. (2008). Trunk muscle activity during stability ball free weight exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 1, 95-102.

Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2007). *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance*. Daryl Fox.

Potvin, A., & Benson, CH. (2003). *The Great Balance + Stability Handbook*. Blaine: Prudictive Fitness Produkt Inc.

Ruiz, R., & Richardson, M. T. (2005). Functional balance training using a domed device. *Strength Conditioning Journal*, 1, 50-55.

Siff, M. C. (2003). *Supertraining*. Denver, USA, Supertraining Institute.

Yaggie, J. A., & Campbell, B. M. (2006). Effects of balance training on selected skills. *Journal of strength and conditioning research*, 6, 422-428.

Valjent, Z. (2008). Využití moderní rehabilitační pomůcky – balance stepu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 122-130.

Zatsiorsky, V., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Champaign 2nd ed.: Human Kinetics.

Zech, A., Hubscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hansel, F., & Pfeifer, K. (2010). Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 4, 392-403.

Zemková, E., Dzurenková, D., & Kováčiková, Z. (2010). Energy demand of barbell chest presses and square performer on stable and unstable surfaces. In Raz-Liebermann, T. et al. *Exercise and sport science*. Tel Aviv: ISHPES, 123.

Radim Jebavý
FTVS UK Praha
José Martího 31
16252 Praha 6
radim.jebavy@email.cz

Článek vznikl v rámci programu rozvoje programu rozvoje vědního oboru UK FTVS č. 39 Společenskovední aspekty zkoumání lidského pohybu.