

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

OVLIVNĚNÍ EFEKTIVITY STIMULACE
VYTRVALOSTNÍ SÍLY PROSTŘEDNICTVÍM CVIČENÍ
NA NESTABILNÍCH OPORNÝCH PLOCHÁCH

Autoreferát disertační práce

Zpracoval: Mgr. Radim Jebavý
Školitel: Doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D.

Praha 2012

1 ÚVOD

Současná sportovní praxe klade nároky na všechny složky sportovního tréninku. 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 (Baechle et al., 2008, Plowman & Smith, 2007, Siff, 2003, Poliquin, 2001, Bompa, 1999) považována za základ pro bezpečnou stimulaci silových schopností vyšší intenzity.

Komplexní rozvoj nesespecifických silových schopností i stimulace specifických oblastí síly, které využije jedinec pro svůj výkon primárně, patří neodmyslitelně do tréninkového procesu. Problematika efektivity silové přípravy je stále více v popředí a je považována za významné kritérium sportovního tréninku.

Z tréninkových prostředků využívaných k stimulaci silových schopností jsou nejčastěji používána cvičení s volnými činkami, cvičení na posilovacích strojích a cvičení s vlastní hmotností těla. V poslední době se začínají prosazovat nové trendy stimulace silových schopností i s využíváním moderních pomůcek a přístrojů. Jednou z nich jsou např. vibrační pomůcky a také nestabilní oporné plochy. Původně se využívaly jen v preventivní a léčebné rehabilitaci, ale dnes je řada sportovců zařazuje do své přípravy kvůli zvýšení obtížnosti cviku a také zlepšení trupové stability (Jebavý et al., 2012).

Podle autorů, kteří se danou problematikou ve svých studiích zabývají (Ruiz & Richardson, 2005, Kyungmo et al., 2009, Potvin & Benson, 2003, Yanggie & Campbell, 2006, Süß et al., 2008 a dalších) má stimulace silových schopností na nestabilních oporných plochách poměrně velký potenciál. Může zkvalitnit silový trénink, pravděpodobně i rovnováhu sportovců a nepřímo přispět k vyšší sportovní výkonnosti.

2 TEORETICKÝ RÁMEC VÝZKUMNÉ PROBLEMATIKY

2.1 Silové schopnosti

Silové schopnosti jsou podle velkého množství autorů definovány v mnoha ohledech. Zatsiorsky & Kraemer (2006), Siff (2003), Poliquin (2001), Boyle (2003), Barnes et al. (2006), Měkota & Novosad (2005) a další definují sílu jako schopnost překonávat vnější odpor svalovým úsilím. Měkota & Blahuš (1983) uvádějí, že silové schopnosti jsou ty schopnosti, které člověku umožňují překonávat odpor nebo proti odporu působit, a to prostřednictvím svalového napětí. Podle Dovalila et al. (2009), Baechleho et al. (2008) a dalších silovými schopnostmi překonáváme či udržujeme vnější odpor svalovou kontrakcí. Je tedy zřejmé, že o silových schopnostech hovoříme jako o takových pohybových činnostech, kdy svalovou kontrakcí překonáváme odpor, který je vyšší, než určitá norma běžné pohybové činnosti.

Pro účinnost silového tréninku je třeba vycházet z hlubších znalostí svalové činnosti a jejího nervového řízení. Podstata silových schopností je ve způsobilosti kosterních svalů vyvíjet sílu (ve smyslu fyzikálním). Je to nutná podmínka pro pohyb celého těla nebo jeho částí. Silové schopnosti vyvíjené svalovými kontrakcemi společně s rychlostí těchto kontrakcí určuje velikost mechanického výkonu, který produkuje příslušná svalová soustava v pohybovém aktu (Měkota & Novosad, 2005).

2.2 Klasifikace silových schopností

Z novodobých odborných publikací není vždy zřejmé, jaký druh silových schopností je zatěžováním stimulován, proto uvádíme rozdělení silových schopností, ze které vychází i terminologie naší studie.

Uvedené dělení dle Siffa (2003), Plowmana & Shmitha (2007) a Dovalila et al. (2009) respektuje základní fyzikální pravidla působení síly a je zároveň vhodné k využití v praxi. Podle Dovalila et al. (2009) mezi jednotlivými silovými schopnostmi neexistuje ostrá hranice, ale spíše plynulý přechod.

- **Maximální síla** je charakteristická maximálním silovým potenciálem jedince. Ten je možné změřit pomocí maximálního volního úsilí v izometrické kontrakci, kdy jsou silové schopnosti produkovány bez časového limitu. Další praktickou možností je vyjádření pomocí limitu překonaného odporu, tedy opakovací maximum (dále OM) = 1. Maximální síla často bývá zaměňována za „absolutní sílu“, která však není limitována podmínkami volní kontroly.
- **Rychlá síla** je charakteristická cyklickým vykonáním pohybu s nejvyšší intenzitou s relativně nízkým odporem, kdy je cílem dosáhnout pomocí silových impulzů co nejvyššího zrychlení.
- **Explosivní síla** je charakterizována acyklickým pohybem s produkcí maximálního zrychlení.
- **Vytrvalostní síla** je obecně charakterizovaná dlouhodobě vyvíjenou svalovou kontrakcí s nemaximálním odporem (na 40-60 % z úrovně maximálních silových schopností).

2.3 Postura a hluboký stabilizační systém

Během každého našeho pohybu se do činnosti aktivuje tzv. **hluboký stabilizační systém** (dále jen HSS) (Kolář & Lewit, 2005).

HSS vešel do podvědomí až koncem roku 1990 (Lederman, 2008). Jde o systém svalů, který tvoří oblast svalů kolem celé páteře. Svaly HSS jsou aktivovány i při jakémkoliv statickém zatížení, tj. stojí, sedu, apod. Doprovází i každý pohyb horních a dolních končetin. Zapojení svalů do stabilizace páteře je automatické. Na stabilizaci se nikdy nepodílí jeden sval, ale v důsledku svalového propojení celý svalový řetězec (Kolář, 2006). A právě Kolář je považován za prvního autora u nás, který takto hluboko uložené svaly v okolí páteře nazval. Autor **posturou** označujeme polohu, kterou zaujímá tělo i jeho části v klidu, bezprostředně před zahájením pohybu i po jeho ukončení. HSS je považován za nástroj postury, která doprovází všechny naše pohyby (Véle, 1995, Vařeka, 2002). HSS představuje svalovou souhru, která zabezpečuje stabilizaci, neboli zpevnění páteře během všech našich pohybů. Stabilita páteře jako celku je významná pro dokonalé rozložení silových nároků mezi malé hluboké a velké povrchové svalové skupiny. Při nestabilním trupu dochází ke zbytečnému přetěžování svalů, které se jinak využívají

k vykonání samotného pohybu. HSS plní významnou ochrannou roli páteře proti působícím vnějším silám.

2.3.1 Svaly tvořící hluboký stabilizační systém

Mezi základní svaly HSS patří svalstvo pánevního dna (m. levator ani a m. coccygeus), hlubší svaly břišní stěny (m. transversus abdominis, částečně šikmé břišní svaly), m. quadratus lumborum, krátké hluboké paraaxiální svaly přemostňující jen jednotlivé segmenty páteře (mm. intertransversarii, mm. interspinosi), střední svalovou vrstvu a mm. multifidi a v neposlední řadě bránice (Suchomel & Lisický, 2004, Kolář & Lewit, 2005, Buchtelová & Vaníková, 2010).

2.3.2 Hlavní funkce hlubokého stabilizačního systému a význam pro silové schopnosti

Funkce HSS se uplatňuje jako významný prvek v držení těla (nazývá se posturální funkcí) a v dynamice stability páteře. Je klíčová pro zajištění tzv. posturální báze pohybu a je výrazně provázána s funkcí dechovou (Véle, 1995, Vařeka & Dvořák, 2001). Aktivace HSS je velmi důležitá při každém pohybu, který provádíme. O to více by měla být správná aktivace a funkce HSS nedílnou součástí právě při silových úkonech a zejména při posilování (Čech & Tlapák, 2010). Při silovém tréninku se ale většinou primárně nezaměřujeme na správnou funkci HSS, nýbrž na zlepšení silových schopností.

Někteří autoři (Ruiz & Richardson, 2005, Kyungmo et al., 2009, Yaggie & Campbell, 2006) poukazují na výrazný efekt využívání nestabilních ploch na zapojení nových MJ a posturálního svalstva v oblasti hlubokého stabilizačního systému trupu. Podle uvedených informací se jeví, že silová příprava na nestabilních plochách by mohla i částečně zkvalitnit zapojení HSS do svalové činnosti. Význam dobře fungujícího HSS pro silovou přípravu je tedy důležitý.

3 FORMULACE PROBLÉMU

V odborné literatuře se hovoří (Kyungmo et al., 2009, Elliot, 1998, Behm et al., 2010, Potvin & Benson, 2003, Süß et al., 2008, Cacek et al., 2008, Kolář & Lewit, 2005, Čierna et al., 2010, Jebavý et al., 2012, atd.) o významu cvičení na nestabilních oporných plochách. V těchto publikacích není jednoznačně stanoveno, jaký typ oporných ploch je pro danou činnost efektivní. Rovněž je nejasný vztah mezi intenzifikací silového tréninku a nestabilními opornými plochami. Není přesně stanoveno, jaká je efektivita cviků využívajících nestabilní oporné plochy ve vztahu pro intenzifikaci silového tréninku. Není ani jednoznačně stanoveno, pro jakou oblast silových schopností jsou tato cvičení optimalizována.

4 METODOLOGIE PRÁCE

Naše práce je zaměřená na ověření efektivity stimulace vytrvalostní síly prováděné na nestabilních i stabilních oporných plochách. Z metodologického hlediska se jedná o terénní experiment. V našem výzkumu se zaměřujeme na příčinné vztahy.

4.1 Vědecká otázka

V naší práci se zabýváme těmito otázkami:

- Mají cvičení na nestabilních oporných plochách větší efekt pro stimulaci silových schopností než obdobná cvičení s fixací podpurných tělesných segmentů? Vedou tedy cvičení na nestabilních oporných plochách ke zvýšení úrovně statické a dynamické silové schopnosti?
- Mají tato cvičení vliv na aktivaci HSS?

4.2 Cíle práce

Na základě formulace problémů jsme si stanovili cíle práce:

1. Ověřit, zda-li intervenční silový program na nestabilních oporných plochách přinese vyšší přírůstky vytrvalostní síly v porovnání s obdobným programem realizovaným na stabilních podložkách.

V naší studii se zabýváme i sekundárním cílem:

2. Ověřit účinnost intervenčního silového programu na nestabilních oporných plochách na aktivaci zapojení HSS.

4.3 Hypotézy

H1: Experimentální intervenční silový program na nestabilních oporných plochách bude mít za důsledek vyšší úroveň dynamické a statické síly než obdobný intervenční silový program na stabilní podložce.

- a) Experimentální skupina 1 (skupina na nestabilních oporných plochách) bude dosahovat po ukončení intervenčního silového programu vyšší úroveň dynamických i statických silových schopností než experimentální skupina 2 a kontrolní skupina a to v každém jednotlivém indikátoru.
- b) Experimentální skupina 2 (skupina na stabilní podložce) bude dosahovat po ukončení intervenčního silového programu vyšší úroveň silových schopností než kontrolní skupina a to v každém jednotlivém indikátoru.

H2: Kontrolní skupina nebude vykazovat žádné statisticky ani věcně významné rozdíly po ukončení kontrolního programu vůči výchozím hodnotám.

4.4 Úkoly výzkumu

Náš experimentální výzkum byl realizován ve třech etapách. Jejich obsah se zaměřil na vytvoření programu, pilotní ověření a vlastní experimentální realizaci. Pro lepší orientaci bylo vytvořeno pracovní schéma pro jednotlivé etapy výzkumu (viz. schéma č. 1).

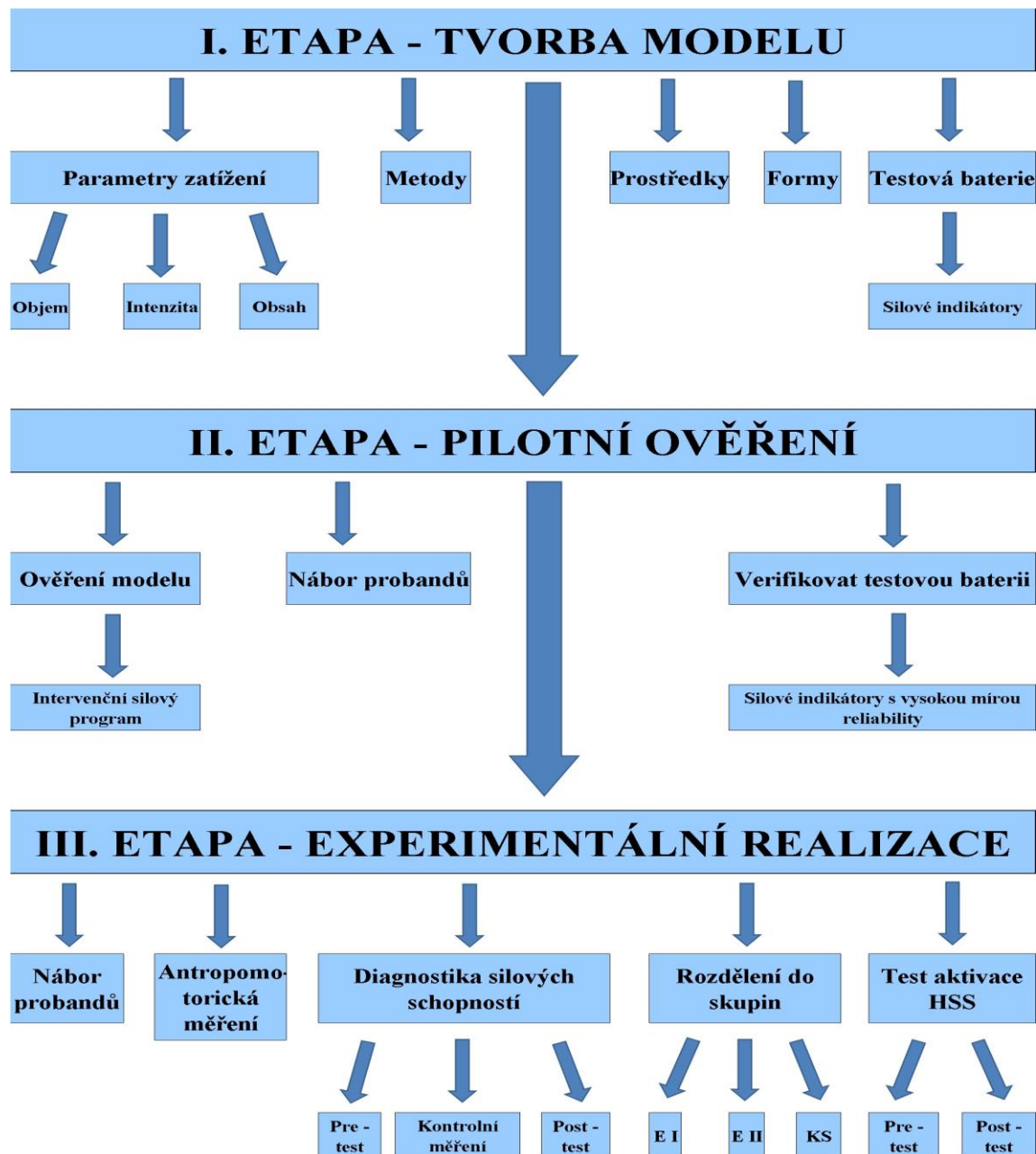


Schéma č. 1: Úkoly výzkumu

4.4.1 Analýza dat

K charakteristice souboru byla použita deskriptivní statistika (průměry a směrodatné odchylky). Efekt intervenčního silového programu byl posouzen 3 x 3 (čas x intervenční silový program) analýzou rozptylu s opakovaným měřením (statistickou metodou ANOVA - Repeated measures Analysis of Variance), kde čas představoval vnitroskupinový a intervenční silový program meziskupinový faktor. Levenův test byl proveden k zjištění homogenity chybového rozptylu v jednotlivých hladinách faktorů. Statistická významnost α byla stanovena na hladině $p < 0,05$ a parciální η^2 (η_p^2) byla uvedena k hodnocení procenta vysvětleného rozptylu nezávisle proměnnou (Hendl, 2009). Aktivace HSS byla posuzována pro jednotlivé segmenty na základě ordinální škály 1 – 5. Z tohoto důvodu byl zvolen pro vyhodnocení rozdílů mezi pre - testem a post - testem neparametrický Wilcoxonův párový test.

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 brány následující hodnoty: dřep $r_{stab} = 0,90$; tlak na lavici $r_{stab} = 0,90$; kliky $r_{stab} = 0,85$ (Měkota & Blahuš, 1983). K výpočtům a grafickým znázorněním byl použit software SPSS pro Windows (19.0) a Microsoft Excel (2002).

	Dynamické dřepy (počet)	Statická výdrž ve dřepu (s)	Dynamické tlaky (počet)	Statická výdrž v tlaku (s)	Dynamické kliky (počet)	Statická výdrž v kliku (s)
SEM	3,2	3,5	4,0	3,8	3,7	3,8

Tab. č. 1: Střední chyby měření (SEM) pro jednotlivá měření

Testy byly zaměřeny na projevy vytrvalostní síly v dynamickém a statickém režimu pro zátěž určenou hmotností probanda (s 50 % hmotnosti probanda pro dřep, 40 % hmotnosti pro tlak na lavici a klik s vlastní hmotností). Testována tedy byla statická a dynamická vytrvalost v relativní síle. Silový výkon u jednotlivých cvičení byl vždy prováděn do vita maxima. Nejdříve se provedl cvik v dynamickém režimu a po 5 min odpočinku následoval stejný cvik ve statickém režimu. Rychlost provedení jednotlivých opakování u dynamického režimu určoval metronom. Dřepe měly rychlost provedení 3 s a tlaky na lavici a kliky na 2,5 s na jedno opakování.

4.4.2 Indikátory aktivace hlubokého stabilizačního systému

Jako indikátory aktivace HSS bylo vybráno sedm testů se zaměřením na aktivaci HSS. Realizovali jsme je u vybraných probandů ($n = 12$) v experimentální skupině I ve spolupráci s katedrou fyzioterapie UK FTVS Praha.

Testy s aktivací HSS byly realizovány s intraindividuálním experimentálním faktorem.

- Kvalita aktivace HSS byla hodnocena aspekčně a palpačně.
- Jako experimentální faktor jsme zvolili intervenční silový program u E I. Pre – test byl proveden u vybraných probandů ($n = 12$) před zahájením intervenčního silového programu a post – test po ukončení programu, tedy po deseti týdnech.

Zařazení testu s aktivací HSS do naší studie je pokusem o zjištění širších důsledků silových cviků na nestabilních oporných plochách na lidský aparát.

4.5 Design experimentu

Z metodologického hlediska mluvíme o jednofaktorovém tříhladinovém experimentu. Jedná se o longitudinální, komparativní (vnitroskupinový a meziskupinový) experiment, kde porovnáváme změny u probandů ve třech skupinách (dvě experimentální a jedna kontrolní) v daném časovém intervalu. Podle aplikace intervence jsme použili tři hladiny experimentálního faktoru. Experimentální faktor představoval specifický intervenční silový program upravený pro každou skupinu zvlášť.

- První experimentální skupina absolvovala intervenční silový program vytrvalostní síly na nestabilních oporných plochách ($n = 25$).
- Druhá experimentální skupina absolvovala intervenční silový program vytrvalostní síly na stabilních oporných plochách. Jednotlivé provedení cviků se podobalo pohybovým průběhem cvičením na nestabilních oporných plochách včetně shody u všech odporů i ostatních metodotvorných činitelů stimulace silových schopností. Jediný rozdíl činilo užití nestabilních oporných ploch ($n = 25$).
- Třetí hladinu tvořila skupina kontrolní, neabsolvovala žádnou silovou intervenci ($n = 25$).

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky realizace intervenčního silového programu pro pilotní studii a pro experimentální výzkum

Na začátku našeho experimentu jsme pro pilotní studii vybrali celkem 10 probandů a pro experimentální realizaci jsme vybrali celkem 75 probandů podle zvolených kritérií. Věk probandů se pohyboval mezi 20 – 30 lety pro pilotní studii a 21 – 39 lety pro vlastní experiment. Jejich zaměření bylo na vytrvalostní sporty bez cíleného silového tréninku. Jednalo se o nesoutěžní sportovce, kteří nesledovali za svými výsledky výkonnostní růst, ale většinou radost z pravidelného pohybu. Nejčastější zaměření probandů bylo na rekreační běh a to 51 x. Jako další sportovní odvětví probandi uvedli cyklistiku 7 x, turistiku 5 x, triatlon 5 x, fotbal 2 x, plavání 2 x a bez cíleného zaměření byly 3 osoby.

Námi zvolený čas na provádění intervenčních jednotek byl mezi 15 – 20 hodinou, kdy se nám probandi po skupinách pravidelně střídali. Intervence probíhala v různých dnech na třech lokalitách, kde jsme měli připravené totožné vybavení. Intervence trvala 10 týdnů a obsahovala 22 intervenčních jednotek (2 – 3 jednotky za týden v délce 45 – 60 min, ve dnech PO a ČT při frekvenci 2 x týdně a PO – ST – PÁ při frekvenci 3 x týdně).

V celkovém výsledku jsme se během plnění intervence potýkali s nižší mortalitou. Ve skupině E I celkem dokončilo celý intervenční silový program 21 probandů, v E II 18. Probandi mohli během intervence provádět své běžné pohybové aktivity, na které byli zvyklí (viz zaměření probandů výše). Dostali doporučení, aby své tréninkové dávky neměnili. Jejich běžná pohybová aktivita bez intervenčního silového programu činila průměrně dvě jednotky týdně v časové délce 1,5 hodiny. Kdo z probandů zintenzivnil trénink ve své specializaci, zaznamenal si změnu do tréninkového deníku. Podle kontroly jsme došli k závěru, že na rozdíl od navýšení silové jednotky, kde došlo k vyřazení 7 osob, jsme u tohoto bodu nikoho vyřazovat nemuseli.

5.2 Výsledky pilotní studie

5.2.1 Cíl pilotní studie

Cílem pilotní studie bylo docílit úpravy nedostatků námi navrženého modelu pro větší výzkumné soubory a ověřit účinnost intervenčního silového programu na nestabilních plochách pro stimulaci silových schopností ($n = 5$) v porovnání s obdobným intervenčním silovým programem realizovaným na stabilní ploše ($n = 5$).

Sledována byla vytrvalostní síla horních i dolních končetin v dynamickém i statickém režimu na počátku, uprostřed a na konci pilotní studie.

5.2.2 Diskuze k pilotní studii

Mezi oběma skupinami jsme zaznamenali významný rozdíl pouze mezi prvním a druhým měřením u dynamického charakteru cviku dřepy. U dynamického charakteru cvičení byla tendence přírůstků větší než u statického. V prvních pěti týdnech intervenčního silového programu jsme ve většině testů zaznamenali mírně vyšší přírůstky než na konci intervence po provedení post – testů. Při výstupním měření po deseti týdnech se rozdíly mezi skupinami v žádném silovém testu téměř nevyskytovaly. U cvičení leh sed se ukázalo, že se pro naše cíle nehodí. Jeho provedení do vita maxima ve stávající podobě nelze realizovat jak v dynamické, tak ani ve statické podobě. Jeho poměrně dlouhé trvání demotivovalo probandy cvičit až do vyčerpání. Ostatní silové indikátory zůstaly beze změny.

5.2.3 Závěry k pilotní studii

Na základě výsledků naší pilotní studie se ukázalo, že intervenční silový program měl vliv na zvýšení vytrvalostní síly v dynamickém i statickém režimu u obou skupin. Jediný významný rozdíl jsme shledali u přírůstků v silovém indikátoru dynamický dřep při kontrolním měření (rozdíl činil 5,4 opakování). Ostatní výsledky nevykazovaly žádné významné rozdíly. Na základě nevhodně zvoleného indikátoru na břišní partie jsme ze studie vyřadili leh sed v jeho dynamické i statické verzi.

5.3 Výsledky intervenčního silového programu

Statisticky i věcně významnou jsme shledali interakci intervence a času (měření) ve všech testech (viz Tab. č. 2). Výsledky intervence v jednotlivých testech jsou uvedeny v Tab. č. 3 a 4.

SILOVÉ TESTY	p	η_p^2
Dynamické dřepy	0,00	0,57
Statická výdrž ve dřepu	0,00	0,22
Dynamické tlaky na lavici	0,00	0,46
Statická výdrž v tlaku na lavici	0,00	0,27
Dynamické kliky	0,00	0,27
Statická výdrž v kliku	0,00	0,18

Tab. č. 2: Statistická a věcná významnost intervenčního silového programu pro všechna měření u tří skupin (interakce intervenčního silového programu v čase)

Testy s dynamickým režimem u E I a E II	p	η_p^2
Dynamické dřepy	0,00	0,43
Dynamické tlaky na lavici	0,00	0,20
Dynamické kliky	0,33*	0,20

* statisticky nevýznamné

Tab. č. 3: Statistická významnost výsledků silových testů s dynamickým režimem u E I a E II mezi pre - a post - testem

Testy se statickým režimem u E I a E II	p	η_p^2
Statický dřep	0,80*	0,00
Statický tlak na lavici	0,06*	0,09
Statický klik	0,08*	0,08

* statisticky nevýznamné

Tab. č. 4: Statistická významnost výsledků silových testů se statickým režimem u E I a E II mezi pre - a post - testem

Při posuzování celkových výsledků testů před a po intervenčním silovém programu docházíme k názoru, že vlastní intervence se pozitivně projevila v efektivitě stimulace dynamické i statické vytrvalostní síly (Tab. č. 2).

Podle všech 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. Na základě velké směrodatné odchylky u naměřených testů můžeme konstatovat, že z hlediska silových schopností se jednalo o heterogenní soubor. Největší vysvětlené procento rozptylu jsme konstatovali u testů v dynamickém provedení.

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

Významné rozdíly mezi E I a E II u testů dynamický dřep a dynamický tlak byly konstatovány mezi pre – testem a post – testem (jak je uvedeno v tabulce č. 3). Ve skutečnosti k tomuto významnému rozdílu došlo již při kontrolním měření v polovině intervence. Výsledek testu mezi kontrolním měřením a post – testem byl nevýznamný. U statického provedení cviků žádné významné rozdíly mezi skupinou E I a E II nepozorujeme (viz Tab. č. 4).

Jistě zajímavým zjištěním je fakt, že v našem experimentu a rovněž pilotní studii byly po pěti týdnech dosaženy nejvyšší přírůstky u dolních končetin (u skupiny E I). Domníváme se, že nestabilní oporné plochy mají krátkodobě lepší vliv pro vytrvalostně silová cvičení ve stoje než v lehu. V druhé části experimentu jsou rozdíly mezi skupinou E I a E II ve všech dynamických testech již nevýznamné. 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 nemá očekávaný efekt. Podle výsledků se jeví, že pro statický režim cviků nemají silová cvičení na nestabilních oporných plochách oproti stabilním podložkám z hlediska výkonu předpokládaný význam.

5.4 Výsledky testu na aktivaci HSS

Kvalitativní rozdíly aktivity a insuficience byly pro naše potřeby hodnoceny pěti stupni na ordinární škále (1 - 5). Klinická významnost rozdílů mezi pre - testem a post - testem byla hodnocena na základě rozložení 25., 50. a 75. percentilů. Posun o jeden stupeň v hodnocení pro 25., 50. a 75. percentil byl považován za významný. K posouzení statistické významnosti rozdílů mezi pre - testem a post - testem byl použit Wilcoxonův párový test. Za významné byly považovány rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$.

		Průměr	Směrodatná odchylka	Variační rozpětí	Percentily		
					25.	50. (Medián)	75.
T1 Brániční test	pre	3,3	1,1	2-5	2,25	3,00	4,50
	post	2,6	1,4	1-5	1,25	2,00	3,75
T2 Flexe trupu	pre	3,8	1,2	2-5	3,00	3,50	5,00
	post	3,0	1,5	1-5	2,00	2,50	4,75
T3 Extenční test	pre	3,3	1,6	1-5	2,00	3,00	5,00
	post	2,5	1,7	1-5	1,00	2,00	4,75
T4 Břišní lis	pre	2,6	0,7	2-4	2,00	2,50	3,00
	post	1,8	0,9	1-4	1,00	2,00	2,00
T5 Most	pre	4,3	1,1	1-5	4,00	4,50	5,00
	post	4,0	1,0	1-5	4,00	4,00	4,75
T6 Boční most vpravo	pre	3,1	1,6	1-5	2,00	3,00	5,00
	post	2,4	1,6	1-5	1,00	2,00	4,00
T7 Boční most vlevo	pre	3,7	1,5	1-5	2,50	4,00	5,00
	post	2,8	1,2	1-4	1,50	3,00	4,00

Tab. č. 5: Klinická významnost hodnocení změn zapojení HSS v pre a post - testu v percentilech

Z výsledků jednotlivých testů (viz Tab. č. 5) lze sledovat konstantní zlepšení v post - testu, tedy pozitivní výsledek intervence silového cvičení na aktivaci HSS. Výsledky bočního mostu mají stejný posun kvality provedení, nicméně výchozí hodnoty při provedení na pravém boku jsou kvalitativně lepší a zlepšení se tedy více blíží ke správnému provedení. Všichni účastníci udávali dominantní pravou horní končetinou a je tedy možné, že výsledky testu bočního mostu lze vztáhnout k tomuto jevu.

Wilcoxonův párový test dokládá statistickou významnost všech použitých testů kromě testu mostu, kde hodnota 0,083 nedosáhla stanovenou hladinu statistické významnosti 0,05, ale velmi

se jí blíží (tabulka č. 6). Test flexe trupu, test břišního lisu a test bočního mostu na pravé straně vykazaly největší významné rozdíly v pre a post - testu.

	Brániční test	Flexe trupu	Extenční test	Břišní lis	Most	Boční most vpravo	Boční most vlevo
Z	-2,53	-3,00	-2,45	-2,88	-1,73	-2,82	-2,27
Hladina významnosti P	0,011	0,003	0,014	0,004	0,083	0,005	0,023

Tab. č. 6: Wilcoxonův párový test rozdílů mezi pre a post - testovým hodnocením HSS

6 DISKUZE

Studii jsme si chtěli ověřit, zdali intervenční silový program na nestabilních oporných plochách přinese vyšší přírůstky vytrvalostní síly v porovnání s obdobným programem realizovaným na stabilních podložkách.

Cíl studie byl zvolen na základě poznatků z předešlých publikací (Baechle et al., 2008, Fleck & Kraemer, 1997, Behm et al., 2008, atd.), kdy jsme se pokusili s ohledem na stoupající popularitu cvičení na nestabilních plochách experimentálně ověřit předešlé studie. Ověření účinnosti intervenčního silového programu na nestabilních oporných plochách v porovnání s obdobným programem realizovaným na stabilních podložkách bylo vyhodnoceno s uspokojivou chybou měření (viz Tab. č. 1). Mimo samotné hodnocení experimentálních skupin byly zaznamenány významné rozdíly mezi oběma experimentálními skupinami a skupinou kontrolní. Intervence měla významný vliv na zvýšení měřených hodnot u obou experimentálních skupin.

U výstupních výsledků skupiny E I byla zjištěna vůči skupině E II tendence k vyššímu nárůstu úrovně vytrvalostní síly po prvních pěti týdnech intervenčního silového programu. Zjištěné hodnoty se částečně podobají i výsledkům naší pilotní studie. Uvedení autoři ve svých studiích (Goodman, 2008, Kyungmo et al., 2009, Čierná et al., 2010, Yaggie & Campbell, 2006) tento rozdíl vysvětlují možným náborem nových MJ u cvičení na nestabilních oporných plochách, tedy zvýrazněním vnitrosvalové a mezisvalové koordinace. Tato myšlenka je ale velmi hypotetická a nespecifická s ohledem na fakt, že samotná vnitrosvalová koordinace má tři základní mechanismy pro zlepšení silových schopností, přičemž synchronizace MJ závisí i na psychologických faktorech a stavu CNS (Lephart et al., 2000). 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. Výsledky experimentální skupiny E I by tedy mohly být částečně ovlivněny i energetickým výdejem.

Autoři Kolář & Lewit (2005), Behm et al. (2010) a Kyungmo et al. (2009) uvádějí vysvětlení, že kvalitnější aktivace HSS v oblasti páteře se na nestabilních oporných plochách

může stimulovat výrazněji než na stabilních podložkách. Tento argument přichází v úvahu zejména u méně trénovaných (nesoutěžních) sportovců, což odpovídá zkoumaným skupinám.

Podle výsledků se jeví, že především pro statický režim nemají silová cvičení na nestabilních oporných plochách oproti stabilním podložkám z hlediska výkonu předpokládaný význam. Naše zjištění je částečně v souladu s výzkumem Čierné et al. (2010). Sledovala změny v projevech maximální síly v tlaku na stabilním a nestabilním podkladě. Neshledala významné rozdíly maximální síly mezi tlakem na stabilním podkladě a na nestabilní oporné ploše.

Námi naměřené hodnoty můžeme vztáhnout pouze k populaci mužů mezi 21. – 39. rokem, kteří se silovému tréninku pravidelně nevěnují. Pro tuto cílovou skupinu se jeví cvičení na nestabilních oporných plochách vhodným tréninkovým prostředkem pouze pro zlepšení vytrvalostní síly v dynamickém režimu. Dle našich zjištění je trénink na nestabilních oporných plochách účinnější, nežli trénink na stabilních plošinách, pouze při aplikaci do pěti týdnů. Po této tréninkové době nám již intervence na nestabilním podkladu nepřinesla dodatečný efekt.

6.1 Diskuze k testování aktivace HSS

Cílem studie bylo ověření účinnosti vytrvalostní síly v dynamickém a statickém režimu na nestabilních oporných plochách na kvalitu zapojení HSS. Z naměřených hodnot můžeme sledovat pozitivní vliv intervenčního silového programu na kvalitu aktivace HSS u sledovaných jedinců.

Podle Yaggiho & Campbella (2006), Koláře (2006) a Kyungmieho et al. (2009) je možné, že nestabilní oporné plochy mohou urychlovat a zkvalitňovat aktivaci HSS oproti stejným cvičením na stabilních podložkách. V naší studii na skupině z řad nesoutěžních sportovců jsme zjistili pozitivní efekt vytrvalostně silových cvičení na zapojení HSS na nestabilních oporných plochách. Soubor vybraných sportovců není reprezentativním vzorkem. Výsledky studie nelze zobecňovat na celou populaci nesoutěžních sportovců. Námi naměřené hodnoty můžeme vztáhnout pouze k populaci mužů mezi 21. – 25. rokem, kteří se silovému tréninku pravidelně nevěnují. Určitě by bylo zajímavé porovnat výsledky stejného nebo podobného experimentu zaměřeného na vytrvalostní sílu (nebo i další silové projevy) u výkonnostních nebo vrcholových jedinců s pravidelnou silovou přípravou. Z organizačních důvodů jsme neprovedli komparaci s druhou experimentální ani kontrolní skupinou. Efekt zapojení HSS jsme u skupiny cvičící na

stabilních podložkách nevyzkoušeli. Otázkou tedy zůstává, jestli by se změnila kvalita zapojení HSS i po silovém tréninku na stabilní podložce.

Zařazení silových cvičení na nestabilních plochách může představovat jednu z forem kompenzačních prostředků ve sportovní přípravě nesoutěžních sportovců sloužící k následnému zlepšení trupové stability. Mějme ale na paměti, že silová cvičení na nestabilních oporných plochách by měla být prováděna pod kontrolou zkušeného odborníka.

7 ZÁVĚR

Na základě výsledků našeho experimentu můžeme odpovědět na vědeckou otázku. Ukázalo se, že intervenční silový program měl vliv na zvýšení vytrvalostní síly v dynamickém i statickém režimu. U intervenčního silového programu na nestabilních oporných plochách byla tendence vyššího přírůstku počtu opakování oproti intervenci na stabilní podložce především v počátku programu u cvičení v dynamickém režimu. V druhé části experimentu se hodnoty přírůstků obou skupin výrazněji neodlišovaly.

Hypotéza H 1a) byla vyvrácena, což znamená, že vyšší úroveň dynamické a statické síly u E I oproti obdobným cvičením na stabilní podložce u E II nebyla po ukončení experimentu statisticky ani věcně významná.

Hypotéza H 1b) se nám potvrdila. Rozdíl mezi E II a KS byl statisticky významný u všech měření.

Hypotéza H 2 se nám potvrdila. KS nevykazovala při kontrolním měření ani při post – testech žádné statisticky ani věcně významné rozdíly vůči výchozím hodnotám.

Naše výsledky odpovídají na vědecké otázky i na naše cíle práce. Ukazují, že silová cvičení na nestabilních oporných plochách jsou stejně efektivní jako tradiční cvičení na stabilních podložkách. V počátcích cvičení na nestabilních oporných plochách můžeme očekávat vyšší nárůst vytrvalostní síly v dynamickém režimu. Na druhou stranu podle našich výsledků usuzujeme, že silová cvičení na nestabilních oporných plochách zkvalitňují aktivaci HSS a následně i trupovou stabilitu.

8 LITERATURA

RECENZOVANÉ ČLÁNKY – HLAVNÍ AUTOR

1. JEBAVÝ, R., PERIČ, T. & BALÁŠ, J. (2011). Effectiveness of Stimulation of Strength Abilities through a Didactic Programme of Exercise on Unstable Surfaces. *Acta Universitatis Carolinae. Kinanthropologica*. 47 (1), 129 – 138.
2. JEBAVÝ R., JALOVCOVÁ, M. & BALÁŠ, J. (2012). Silová cvičení na nestabilních plochách jako prostředek pro zlepšení činnosti hlubokého stabilizačního systému. *Rehabilitácia*. 45 (1), 18–26.
3. JEBAVÝ, R., PERIČ, T., BALÁŠ, J. & PETR, M. (2012). Porovnání stimulace silových schopností prostřednictvím cvičení na labilních a stabilních plochách. *Studia Sportiva*. 6 (1), 7-16.
4. JEBAVÝ, R. (2012). Ovlivnění stimulace silových schopností prostřednictvím cvičení na nestabilních plochách. In SUCHÝ, J. *Sborník z mezinárodní studentské vědecké konference Scientia Movens 2012*. Praha: UK, 121-127. ISBN 978-80-86317-92-2.
5. JEBAVÝ, R., BALÁŠ, J. & ŠTASTNÝ, P. (v tisku). Ovlivnění efektivity stimulace vytrvalostní síly prostřednictvím cvičení na nestabilních oporných plochách. *Studia Kinanthropologica*.
6. JEBAVÝ, R. (2011). Zvýšení efektivity stimulace silových schopností prostřednictvím cvičení na nestabilních plochách. In SUCHÝ, J. *Sborník z mezinárodní studentské vědecké konference Scientia Movens 2011*. Praha: UK, 158-162. ISBN 978-80-86317-84-7.
7. JEBAVÝ, R. & JALOVCOVÁ, M. (2011). Silová cvičení na labilních plochách jako prostředek pro zlepšení činnosti hlubokého stabilizačního systému. In SUCHÝ, J. *Sborník z mezinárodní studentské vědecké konference Scientia Movens 2011*. Praha: UK, 163-166. ISBN 978-80-86317-84-7.
8. JEBAVÝ, R., HORČIC, J. & KOVÁŘOVÁ, L. (2010). Silová a koordinační cvičení modifikovaná pro kondiční přípravu triatlonistů. In VINDUŠKOVÁ, J. *Sborník z mezinárodní vědecké konference Atletika 2010*. Praha: UK, 157-161. ISBN 978-80-86317-80-9.

9. JEBAVÝ, R., PERIČ, T. & BALÁŠ, J. (2011). Efektivita stimulace silových schopností prostřednictvím cvičení na labilních plochách. In ČIERNA, D. *Vedecký zborník z mezinárodní konference Atletika 2011*. Bratislava: ICM AGENCY, 186-190. ISBN 978-80-89257-37-9.
10. JEBAVÝ, R. (2008). Význam cvičení na hluboký stabilizační systém při nesespecifické přípravě talentové mládeže. In PERIČ, T. *Sborník (CD) z vědecké konference Identifikace sportovních talentů*. Praha: UK FTVS.
11. JEBAVÝ, R., MALÝ, T. & KAPLAN, A. (2010). Profil a srovnání tělesného složení u hráčů volejbalu a softballu. In GRÝC, T. *Sborník (CD) z mezinárodní studentské vědecké konference*. Praha: UK FTVS.
12. JEBAVÝ, R. (2009). Možnosti zvýšení efektivity stimulace silových schopností prostřednictvím cvičení na hluboký stabilizační systém. In GRÝC, T. *Sborník (CD) ze studentské vědecké konference Věda v pohybu*. Praha: UK FTVS.
13. JEBAVÝ, R. (2009). Průpravné atletické cviky. *Tělesná výchova a sport mládeže*. Praha, 75 (2), 24 – 29.

KNIHY A UČEBNICE

1. JEBAVÝ, R. & ZUMR, T. (2009). *Posilování s balančními pomůckami*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2802-5.
2. JEBAVÝ, R. & DOUBRAVSKÝ, P. (2011). *Posilování s medicinbaly*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3364-7.
3. JEBAVÝ, R., HORČIC, J. & ZEMANOVÁ, L. (2008). *Kondiční příprava. Soubory silových, odrazových a koordinačních cvičení*. Praha: UK, DVD.

RECENZOVANÉ ČLÁNKY - SPOLUAUTOR

1. SÜSS, V., PRAVEČKOVÁ, P. & JEBAVÝ, R. (2011). Model zatížení nadhazovačky v utkání softballu. In SÜSS, V. & TŮMA, M. a kol. *Zatížení hráče v utkání. Kolektivní monografie*. Praha: Karolinum, 212-222. ISBN 978-80-246-1900-2.
2. SÜSS, V., PRAVEČKOVÁ, P., MATOŠKOVÁ, P. & JEBAVÝ, R. (2010). Diagnostika herního výkonu v softballu se zaměřením na hody. In SLYŠKO, M. *Zborník vedeckých prác*

Katedry her FTVŠ UK v Bratislave č. 17. Bratislava: PEEM, 105-109. ISBN 978-80-8113-037-3.

3. MALÝ, T., MALÁ, L., ZAHÁLKA, F., TEPLAN, J., KAPLAN, A., JEBAVÝ, R. & TŮMA, M. (v tisku). The profile of body composition differences of elite female basketball, volleyball, soccer, handball and softball players. *Journal of Human Kinetics*.