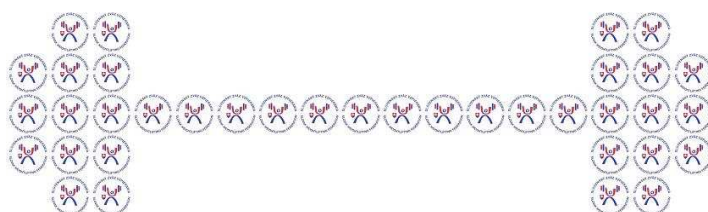


KOLEKTÍV AUTOROV

VZPIERANIE III.

-UČEBNÉ TEXTY PRE TRÉNEROV-



2014
BRATISLAVA

Recenzenti:

Mgr. Ján Cvečka, PhD.

Mgr. Ľubica Böhmerová, PhD.

Publikáciu podporili:

VZPIERANIE III.

-UČEBNÉ TEXTY PRE TRÉNEROV-

© Kolektív autorov

Vydal: ICM AGENCY
Mlynarovičova 5, 851 03 Bratislava
mobil: 0903 763 250
e-mail: icm1@szm.sk

Vytlačil: ABL Print,
e-mail: abl@szm.sk

Za odbornú, terminologickú a jazykovú úpravu jednotlivých príspevkov zodpovedajú autori.

*Rozsah 124 strán, prvé vydanie, náklad 100 výtlačkov,
vydané v Bratislave v roku 2014.*

ISBN 978-80-89257-66-9
EAN 9788089257669

OBSAH

1 BIOLOGICKÉ ASPEKTY ŠPORTOVÉHO TRÉNINGU VO VZPIERANÍ

Milan Sedliak

1.1 Adaptácia nervovo-svalového systému na silové zaťaženie 6

Janka Kovárová - Emőke Šteňová

1.2 Adaptácia kostného tkaniva na externé podnety 15

2 ŠPORTOVÝ TRÉNING VO VZPIERANÍ

Marián Vanderka - Katarína Longová

2.1 Čo vplýva na rozvoj silových schopností ak trénujeme s intenzitou nad 90 % maximálneho výkonu? 26

Gabriel Buzgó - Adrián Novosád - Iveta Cihová - Peter Keszegh - Gabriel Sillík - Mário Titurus

2.2 Škola drepu II. - teoretické východiská uplatnenia drepu v pohybovej a v kondičnej príprave - 48

Rastislav Feč

2.3 Individualizácia vzpieračského tréningu na základe modifikácie Bulharskej metódy 82

Milan Kováč, ml. - Eugen Laczo - Aurel Zelko

2.4 Dynamika vybraných silových parametrov v jednotlivých obdobiach ročného tréningového cyklu vo vzpieraní 106

3 DIAGNOSTIKA SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ

Peter Schickhofer

3.1 Telesná hmotnosť a jej podiel na svalovom výkone v drepe so závažím 118



1 **BIOLOGICKÉ ASPEKTY ŠPORTOVÉHO TRÉNINGU** **VO VZPIERANÍ**



1.1 ADAPTÁCIA NERVOVO-SVALOVÉHO SYSTÉMU NA SILOVÉ ZAŤAŽENIE

Milan Sedliak

Katedra športovej kinantropológie,
Centrum výskumu starnutia a civilizačných ochorení,
Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

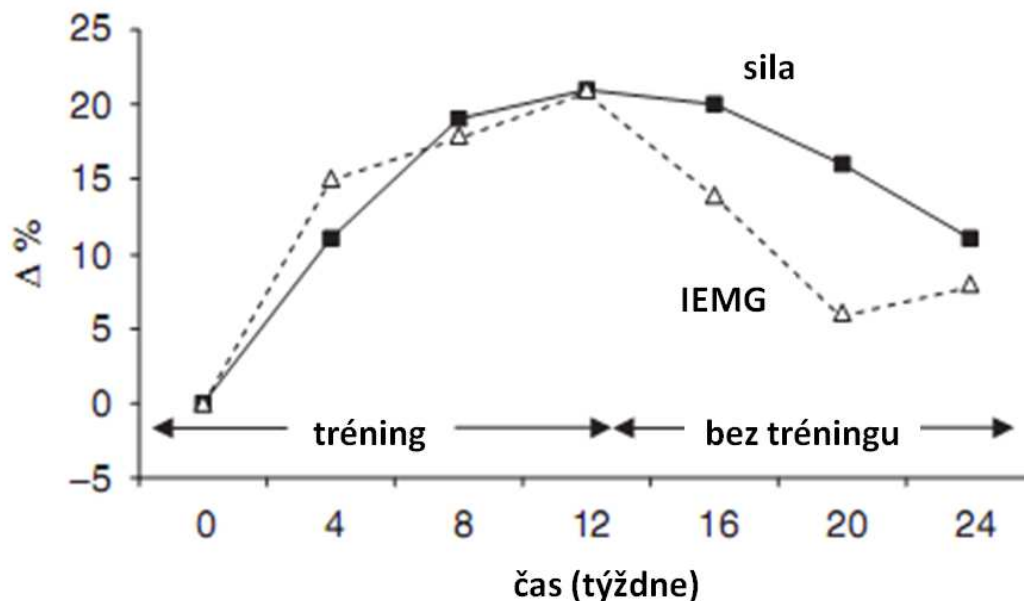
Mgr. Milan Sedliak, PhD. (*1977) - pracuje na Fakulte telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave ako samostatný vedecký pracovník (IIa), je zástupcom vedúceho Centra výskumu starnutia a civilizačných ochorení FTVŠ UK pre fyziológiu a molekulárnu biológiu. Venuje sa problematike doplnkov stravy, hormonálnej a molekulárnej odozvy svalového tkaniva na silový tréning a vplyvu biologických rytmov na výkon človeka. Prednáša predmet Doping v športe a doplnky stravy.

Z tréningovej praxe je všeobecne známe, že v prvých týždňoch silového tréningu začínajúcich športovcov sú prírastky v sile najvyššie. Tradične je počiatočný nárast svalovej sily pripisovaný predovšetkým zmenám v nervovom systéme, vrátane procesu učenia sa (Griffin a Cafarelli 2005). Po niekoľkých týždňoch začína zohrávať významnú úlohu pri náraste svalovej sily aj zväčšenie svalovej hmoty, svalová hypertrofia (e.g. Moritani a deVries 1979, Häkkinen a Komi 1983). Ako tréning pokračuje v čase (týždne až roky), prírastky v sile sa za rovnaké časové obdobie znižujú, až môžu byť nemerateľné, prípadne môže nastať zhoršenie v niektorých parametroch napriek pokračovaniu tréningu (obr. 1). Samotný priebeh adaptácie (veľkosť, rýchlosť, trvanie) sa môže medzi parametrami líšiť. Je zaujímavé, že pohlavie nemá zásadný vplyv na adaptáciu na silový tréning. Hoci v absolútnych hodnotách sú ženy slabšie a priečne prierezy ich svalov sú menšie, relatívne prírastky svalovej sily a hmoty sú v úvodných týždňoch a mesiacoch tréningu porovnateľné s mužmi (Staron a kol. 1994, Häkkinen a kol. 2000). Vplyv pohlavia na dlhodobú adaptáciu nebol zatiaľ vedecky dostatočne preskúmaný.

Adaptácia na silový tréning je primárne ovplyvnená charakterom tréningových jednotiek a frekvenciou ich opakovania. Kraemer a kol (2002) definovali ako rozhodujúce nasledovné základné charakteristiky tréningovej jednotky: výber cvičení, poradie cvičení, intervaly odpočinku medzi sériami a medzi cvičeniami, počet opakovaní a intenzita cvičenia (hmotnosť závažia). Dôležité sú samozrejme aj rýchlosť prevedenia a trvanie opakovania. Konečný výsledok adaptácie je potom ešte závislý od genotypu a fenotypu jedinca, jeho veku, zdravotného stavu a v neposlednom rade od kvality regenerácie (napr. spánok, stravovací a pitný režim). V prípade, že jedinec preruší tréningový proces, nastáva postupné zhoršenie silových parametrov, ktoré po určitom čase dosiahne



východiskovú úroveň. Je zaujímavé, že elektrická aktivita svalov, meraná pomocou elektromyografie, sa znižuje rýchlejšie ako svalová sila (obr. 1).



Obrázok 1: Relatívne zmeny v svalovej sile a elektromyografickom signáli v priebehu 12-týždňového silového tréningu a následnom 12-týždňovom období bez tréningu. IEMG – integrovaný elektromyografický signál. Upravené podľa Häkkinen a Komi, 1983.

NEURÁLNA ADAPTÁCIA NA SILOVÝ TRÉNING

Nervovo-svalová výkonnosť nezávisí iba na množstve a kvalite svalovej hmoty, ale aj na schopnosti nervového systému náležite aktivovať a relaxovať svaly počas pohybu. Adaptačné zmeny v nervovom systéme ako reakcia na tréning sa nazývajú neurálna adaptácia (Moritani a deVries 1979). Zložkami neurálnej adaptácie sú supraspinálne mechanizmy, ktoré zahŕňajú zvýšenú neurónovú vzrušivosť (Aagaard a kol. 2002) a zmeny v organizácii motorickej mozgovej kôry (Barry a Carson 2004). Tieto zmeny ovplyvňujú spôsob, akým sú trénované svaly zapájané centrálnym nervovým systémom počas cieľenej pohybovej úlohy (Carroll a kol. 2001). Najnovšie výskumy ukazujú vysokú schopnosť kôrovej plasticity, čiže schopnosti mozgových neurónov vytvárať tréningom nové spoje a dráhy, takzvanú synaptogenézu (Rosenkranz et al. 2007), či dokonca reorganizáciu reprezentácie svalov v motorickej mozgovej kôre. Predpokladom pre synaptogenézu je dlhodobý dôraz na koordinačne náročné cvičenia a nové pohybové prvky. V prípade, že tréning je zameraný kondične, adaptácia prebieha iným spôsobom. V skupine bežcov na lyžiach nebola zistená synaptogenéza, ale angiogenéza (zvýšenie množstva krvných kapilár) a zefektívnenie podkôrových dráh so súčasným znížením aktivácie motorickej mozgovej kôry (Doyon and Benali 2005). Tréning vzpieračov



by mal preto obsahovať tak zaťaženie v stabilných, opakovaných podmienkach, ako aj v nových, koordináčne náročných situáciách.

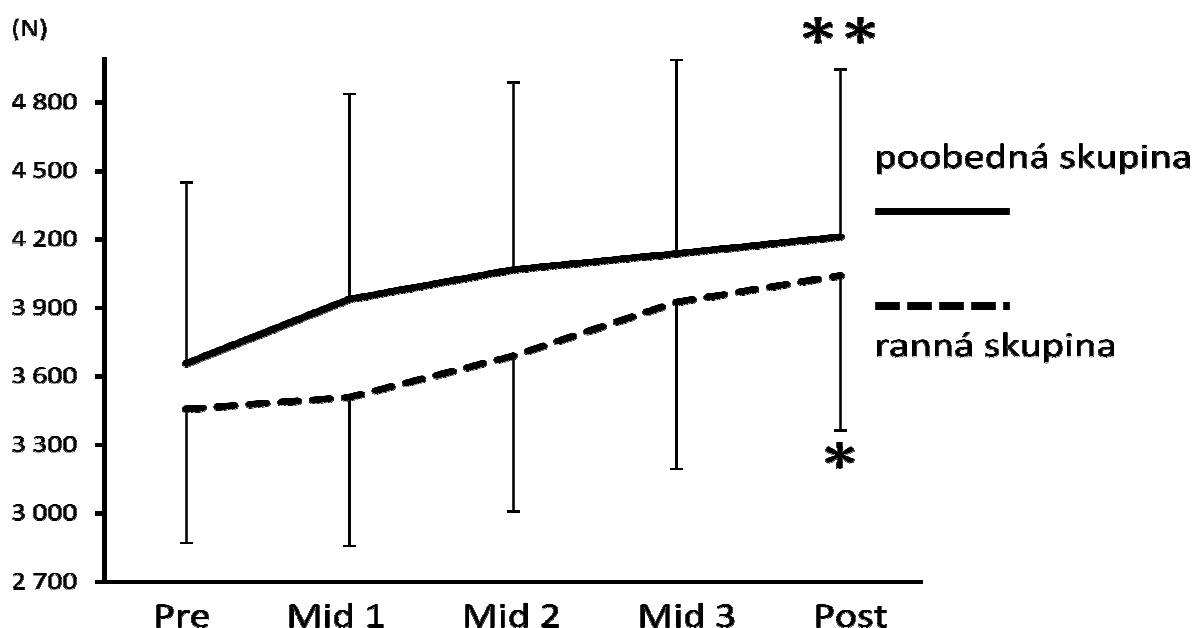
Neurálne adaptačné zmeny na silový tréning tiež zahŕňajú zostupné nervové dráhy a nervové spojenia v mieche, ako aj efektivitu synaptických spojení, čo vedie k zlepšeniu spôsobu medzisvalovej koordinácie počas pohybu. Ďalším miestom adaptácie sú nervovo-svalové platničky, cez ktoré sa prenáša vzruch z motoneurónu na svalovú bunku. Zvýšené nároky na činnosť nervovo-svalových platničiek počas silového tréningu spôsobí štrukturálne zmeny, konkrétne ich zväčšenie, čím je prenos vzruchu z nervu na svalovú bunku rýchlejší a efektívnejší (Deschenes a kol. 1994). Netreba zabúdať ani na nervové vlákna senzitívneho nervového systému, ktoré poskytujú pre nervový systém spätnú väzbu o zmenách v rýchlosti a veľkosti svalovej kontrakcie. V prípade svalu sú to intrafuzálne svalové vlákna, alebo svalové vretienka, a v šľachách šľachové receptory. Všetky hore uvedené spôsoby neurálnej regulácie majú pozitívny vplyv na produkciu svalovej sily a sú pravdepodobne stimulované pri každom aktivovaní vôľovou kontrakciou počas tréningu (Carroll a kol. 2001, Barry a Carson 2004). Zvýšenie frekvencie prenosu vzruchov k agonistickým svalom, zlepšenie časovej koordinácie a synchronizácie vzruchov, zvýšenie frekvencie výskytu tzv. „doublet firing“, čiže dvojíc akčných potenciálov nasledujúcich krátko po sebe, a pravdepodobne tiež zapojenie väčšieho počtu motorických jednotiek sú všeobecne akceptovanými mechanizmami krátkodobej neurálnej adaptácie na silový tréning (Barry a Carson 2004, Kamen 2005). Prierezové štúdie naznačujú, že neurálne adaptačné procesy prebiehajú aj po rokoch silového tréningu, napríklad zvýšením maximálnej frekvencie prenosu vzruchov (Griffin a Cafarelli 2005). Neurálna adaptácia neprebíha len na úrovni agonistov, ale aj na úrovni regulácie antagonistov, konkrétne znížením aktivácie antagonistických svalov, čím sú agonistické svaly menej „brzdené“ a výsledkom je väčšia produkovaná sila (Häkkinen a kol. 1998). Tu treba zdôrazniť, že určitá, optimálna úroveň aktivácie antagonistov je potrebná napríklad na stabilizovanie kĺbov.

Z iného pohľadu sa dajú neurálne adaptácie tiež popísať ako zmeny na úrovni vnútro svalovej koordinácie, čiže zlepšenie regulácie motorických jednotiek jedného svalu, a tiež na úrovni medzisvalovej koordinácie, čiže zlepšenie koordinácie motorických jednotiek agonistických, ako aj antagonistických svalov a svalových skupín. (Grabiner a Enoka 1995). Ako bolo uvedené vyššie, časť z týchto neurálnych adaptačných procesov môžu byť považované za súčasť motorického učenia, napríklad naučenie sa zapájať skupiny svalov v určitej časovej následnosti, ktorá je dôležitá pre správne technické prevedenie pohybu (napr. správne časovanie jednotlivých fáz premiestnenia, výrazu atď., Carroll a kol. 2001).



Zaujímavá je aj tréningová adaptácia s ohľadom na čas dňa. Podobne ako množstvo funkcií v organizme, aj svalová sila a výkon majú typický diurnálny rytmus. V prípade svalovej sily a výkonu sú najnižšie hodnoty skoro ráno a vrchol v neskoršej fáze dňa, najčastejšie v poobedných hodinách. Rozdiel je v priemere 5 až 10%. Takýto priebeh sily a výkonu bol opakovane zistený tak v dynamických, ako aj izometrických testoch nervovo-svalovej výkonnosti (napr. Coldwells a kol. 1994, Gauthier a kol. 1996, Sedliak a kol. 2008). Pravidelný silový tréning v ranných hodinách v trvaní aspoň 5 týždňov však dokáže odstrániť ranný výkonnostný deficit v sile a výkone. Ľudia sú potom schopní produkovať svoje denné maximá aj v ranných hodinách. Prírastky v maximálnej sile a výkone sú podobné bez ohľadu na fázu dňa, v ktorej sa tréning vykonáva. V prípade, že sú na rozvoj maximálnej sily a výkonu vyhradené tri týždne a menej, neodporúča sa tréning na ich rozvoj zaradiť do ranných hodín (obr. 2).

Izometrická sila dolných končatín



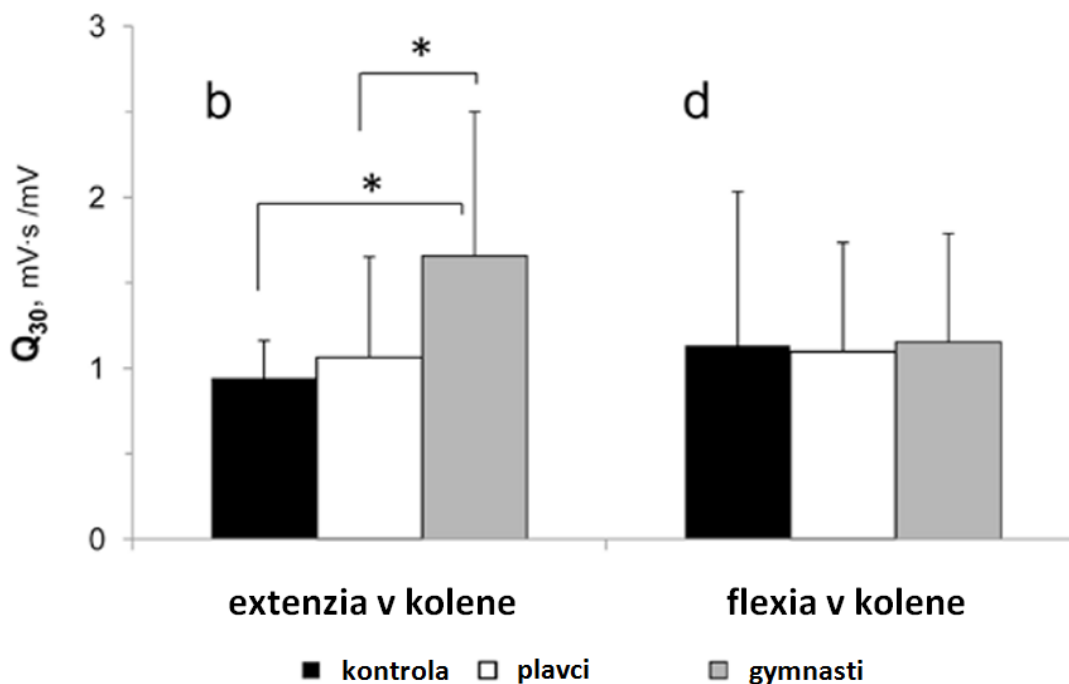
Obrázok 2: Priebeh zmien maximálnej sily dolných končatín meraných pred začiatkom (Pre), v 3., 6., 9. (Mid 1, Mid 2, Mid 3) a 11. týždni (Post) časovo-špecifického tréningu v rannej a poobednej tréningovej skupine (priemer $\pm$ smerodajná odchýlka). * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, štatisticky významné zmeny v porovnaní s Pre.
Prevzaté zo Sedliak, 2013.

NEURÁLNA ADAPTÁCIA DETÍ NA SILOVÝ TRÉNING

Skúmanie mechanizmov neurálnej adaptácie si vyžaduje použitie rôznych laboratórnych zariadení. Aj keď v drvivej väčšine nejde



o invazívne techniky, ich uplatnenie u detí naráža na viaceré praktické problémy, či už etického (napr. bolestivosť elektrickej stimulácie periférneho nervu alebo svalu) alebo praktického charakteru (nevhodná veľkosť zariadenia). Z tohto dôvodu je evidentné, že vedecké štúdie na detských probandoch sú zriedkavé. Mitchell a kol. (2011) publikovali nedávno prierezovú štúdiu porovnávajúcu 10-ročných chlapcov buď s trojročnou históriou tréningu silovo-výbušného (gymnastika) alebo vytrvalostného charakteru (plávanie), a nešportujúcich chlapcov rovnakého veku. 10-roční gymnasti mali nielen vyšší silový gradient pri extenzii kolena v porovnaní s plavcami a nešportujúcimi rovesníkmi, ale mali aj vyššie hodnoty EMG signálu v prvých 30 milisekundách maximálnej svalovej kontrakcie pri teste extenzie v kolennom kĺbe (obr. 3). Keďže išlo o jednorazové testovanie v rámci prierezovej štúdie, je otázne, nakoľko sú zistené rozdiely výsledkom trojročného špecializovaného tréningu, a akú úlohu zohrávajú genetické predpoklady pri výbere športového zamerania.



Obrázok 3: Normalizované hodnoty elektromyografického signálu v prvých 30 milisekundách maximálnej svalovej kontrakcie pri teste extenzia (panel b) a flexia (panel d) v kolennom kĺbe v skupine 10-ročných nešportujúcich chlapcov, plavcov a gymnastov. * - štatistický významný rozdiel na $p < 0.05$. Upravené podľa Mitchell a kol. 2011.

Nepriamo o vplyve genetiky svedčia antropometrické ukazovatele; plavci boli štatisticky významne vyšší (v priemere o 11 cm) a ťažší (v priemere o 12 kg) v porovnaní s gymnastami. Nešportujúci rovesníci sa výškovo aj hmotnostne nachádzali približne uprostred medzi hore uvedenými športujúcimi skupinami. Je preto možné, že určité rozdiely by



mohli byť aj v pomere rýchlych a pomalých vlákien medzi testovanými skupinami, čo mohlo ovplyvniť namerané údaje výbušnej sily. Gymnastický tréning s množstvom explozívnych cvičení dolných končatín však ale s určitosťou prispel k vyšším hodnotám silového gradientu a schopnosti neurálnej aktivácie mladých gymnastov. Vzhľadom na dôležitosť svalového gradientu a rýchlej neurálnej aktivácie pre výkon vo vzpieraní možno preto len odporúčať rôzne odrazové a skokové cvičenia predovšetkým v príprave nižších vekových skupín vzpieračov, u ktorých nie je vhodné veľké a časté odporové zaťaženie.

METODOLOGICKÉ PROBLÉMY VO VÝSKUME NEURÁLNEJ ADAPTÁCIE

Aj keď je neurálna adaptácia na silový tréning objektom vedeckého skúmania už niekoľko desaťročí, jej adaptačné mechanizmy sú objasnené len čiastočne, prípadne existujú protichodné interpretácie získaných výsledkov. Ako typický príklad môžeme uviesť využitie povrchovej elektromyografie (EMG). Napriek polstoročiu výskumov s použitím EMG sa v posledných rokoch začali prehodnocovať staršie štúdie a závery z nich vyvedené. V princípe ide o novší a komplexnejší pohľad na fyziologický pôvod a význam EMG signálu. Na obrázku 4 je uvedený typický príklad EMG signálu, kde vidieť tri úseky vôľovej svalovej aktivity. EMG v princípe meria pomocou dvoch alebo viacerých elektród elektrickú aktivitu prítomnú na povrchu kože, ktorá sa tam dostáva z membrán svalových buniek po ich depolarizácii. Depolarizácia, čiže priebeh akčného potenciálu (potenciálov) po svalovej bunke spôsobuje akútne zvýšenie vnútrobunkových koncentrácií vápnika a tým spúšťa kontrakciu svalovej bunky. Depolarizácia môže byť navodená vôľovo cez spojenia motoneurónov so svalovými bunkami a/alebo pomocou rôznych foriem umelých externých stimulov. Vynechajúc možné rozdiely vyplývajúce z rôznych spôsobov vyhodnocovania EMG signálu, vyplývajú závažnejšie problémy zo samotnej fyziologickej podstaty EMG signálu. Keďže pri vôľovej kontrakcii ide o sumu mnohých akčných potenciálov mnohých motorických jednotiek aktívnych v rovnakom čase, môže sa napríklad časť potenciálov opačného náboja navzájom vynulovať, čím je meraná intenzita signálu menšia než skutočná (Keenan a kol. 2006). Navyše, z EMG signálu ako takého nie je možné rozlíšiť pôvod prípadných zmien, či sa udiali napr. na úrovni mozgovno-miechových dráh, motorických platničiek alebo membrán svalových buniek. Je preto dobré kombinovať meranie vôľového EMG s inými laboratórnymi technikami, napríklad elektrickou stimuláciou periférneho nervu a/alebo magnetickou stimuláciou mozgovej kôry. To poskytuje omnoho komplexnejší obraz o pôvode a rozsahu zmien v nervovom systéme. Veľkosť amplitúdy EMG meranej na povrchu kože ovplyvňuje napríklad aj hrúbka podkožného tuku. Pri tréningových



štúdiách, v ktorých probandi znížia percento podkožného tuku, je nameraný EMG signál umelo väčší., pričom korekcia vplyvu podkožného tuku na EMG signál nie je v súčasnosti uspokojivo vyriešená.



Obrázok 4: Typický neupravený záznam elektrickej aktivity kostrového svalu pri vôľovej kontrakcii.

Ďalším metodologickým problémom silového tréningu je široké spektrum akútnych odoziev organizmu v závislosti od premenných zaťaženia (intenzita, intervaly odpočinku a iné). Vzájomné porovnávanie výsledkov jednotlivých štúdií je preto často problematické, nehovoriac o ich aplikácii do tréningovej praxe.



Obrázok 5: Zariadenie na transkraniálnu magnetickú stimuláciu motorickej mozgovej kôry.



Existujú ale presvedčivé vedecké dôkazy o tom, že už jedna tréningová jednotka adekvátnej intenzity vyvoláva v organizme celú kaskádu adaptačných zmien. Ovplyvnené nie sú len mechanizmy súvisiace s inerváciou svalov alebo procesom učenia sa. V priebehu a hneď po jednorazovou silovom zaťažení sa spúšťajú napríklad aj procesy rastu svalovej bunky, jej hypertrofie. Na to, aby sa akékoľvek adaptačné zmeny stali významnými pre výkon vzpierača, tréningové podnety musia byť pravidelne opakované. V posledných rokoch sa do výskumu adaptácie na silový tréning zaviedli nové metodiky, napríklad transkraniálna magnetická stimulácia, ktoré v kombinácii s už existujúcimi metodikami prinášajú nové, hlbšie poznatky o adaptačných mechanizmoch. Treba si však uvedomiť, že drvivá väčšina nových metodík si stále vyžaduje laboratórne podmienky (obr. 5). Praktické využitie takto získaných poznatkov je preto momentálne limitované, nehovoriac o ich využití vo vzpieračskom tréningu, respektíve v súťaži.

POUŽITÁ LITERATÚRA

Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *J Appl Physiol.* 2002; 92: 2309-18.

Barry BK, Carson RG. The consequences of resistance training for movement control in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004; 59: 730-54.

Carroll TJ, Riek S, Carson RG. Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. *Sports Med.* 2001; 31: 829-40.

Coldwells A, Atkinson G, Reilly T. Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics.* 1994 Jan;37(1):79-86.

Deschenes MR, Covault J, Kraemer WJ, Maresh CM. The neuromuscular junction. Muscle fibre type differences, plasticity and adaptability to increased and decreased activity. *Sports Med.* 1994; (6):358-72.

Doyon J, Benali H. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. *Curr Opin Neurobiol.* 2005 Apr;15(2):161-7.

Gauthier A, Davenne D, Martin A, Cometti G, Van Hoecke J. Diurnal rhythm of the muscular performance of elbow flexors during isometric contractions. *Chronobiol Int.* 1996 Jul;13(2):135-46.

Grabiner MD, Enoka RM. Changes in movement capabilities with aging. *Exerc Sport Sci Rev.* 1995; 23: 65–104.

Griffin L, Cafarelli E. Resistance training: cortical, spinal, and motor unit adaptations. *Can J Appl Physiol.* 2005; 30: 328-40.



Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mäkiä E, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*. 1998; 84: 1341-9.

Häkkinen K, Komi PV. Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*. 1983; 15: 455-60.

Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000; 55:B95-105.

Kamen G. Aging, resistance training, and motor unit discharge behavior. *Can J Appl Physiol*. 2005; 30: 341-51.

Keenan KG, Farina D, Merletti R, Enoka RM. Amplitude cancellation reduces the size of motor unit potentials averaged from the surface EMG. *J Appl Physiol* 1985). 2006 Jun;100(6):1928-37.

Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, Fleck SJ, Franklin B, Fry AC, Hoffman JR, Newton RU, Potteiger J, Stone MH, Ratamess NA, Triplett-McBride T, American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 ; 34: 364-80.

Mitchell C, Cohen R, Dotan R, Gabriel D, Klentrou P, Falk B. Rate of muscle activation in power- and endurance-trained boys. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011 Mar;6(1):94-105.

Moritani T, deVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*. 1979; 58: 115-30.

Rosenkranz K, Kacar A, Rothwell JC. Differential modulation of motor cortical plasticity and excitability in early and late phases of human motor learning. *J Neurosci*. 2007 Oct 31;27(44):12058-66.

Sedliak M, Finni T, Peltonen J, Häkkinen K. Effect of time-of-day-specific strength training on maximum strength and EMG activity of the leg extensors in men. *J Sports Sci*. 2008 Aug;26(10):1005-14.

Sedliak M, Tréningová adaptácia na zaťaženie v rôznych fázach dňa In: Jančoková et al. *Chronobiológia od teórie k športovej praxi*. - Banská Bystrica : Belianum, 2013. - ISBN 978-80-557-0634-4. - S. 60-86

Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, Hagerman FC, Hikida RS. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol*. 1994; 76: 1247-55.



1.2

ADAPTÁCIA KOSTNÉHO TKANIVA NA EXTERNÉ PODNETY

Jana Kovárová¹, Emőke Šteňová²

¹Katedra športovej kinantropológie,

Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

²Reumatologická a osteologická ambulancia, FNŠP Bratislava - Staré Mesto

Mgr. Jana Kovárová (*1985) - pôsobí ako interná doktorandka na FTVŠ UK v Bratislave. V roku 2009 absolvovala študijný pobyt Worcester (Fakulta športových štúdií, Veľká Británia), v roku 2011 odbornú stáž Jyväskylä (Centrum nervovosvalového výskumu, Fínsko). Venuje sa štúdiu kostného metabolizmu a možnostiam primárnej prevencie osteoporózy pohybovou aktivitou.

MUDr. Emőke Šteňová

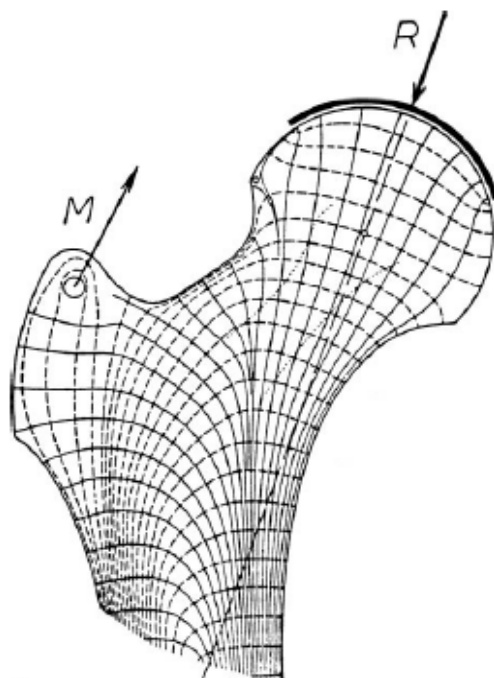
Kostra je každý deň vystavovaná mechanickému zaťažovaniu. Keďže okrem mineralizovanej matrice obsahuje aj kolagén, je nielen pevná, ale aj pružná. Absorbuje tak nárazy vonkajšieho prostredia bez toho, aby sa zlomila. Okrem tohto zloženia je tomu tak aj vďaka schopnosti kostného tkaniva dynamicky prestavovať svoju mikroarchitektoniku v závislosti od pôsobenia externých mechanických podnetov (Goodship et al., 1979). Poznanie, že kosť citlivo reaguje na zmeny mechanického zaťaženia je známe už viac ako 100 rokov pod označením Wolffov zákon, podľa ktorého dochádza k adaptačným zmenám kostnej štruktúry iba na miestach, kde je na kosť kladená dostatočne veľká záťaž. Naopak na miestach, kde takéto zaťaženie chýba, dochádza ku strate kostného tkaniva. U tenistov dochádza k hypertrofii humerusu iba dominantnej paže, teda tej, ktorá je vystavovaná výrazne väčšej záťaži (Jones et al., 1977). Na druhej strane, imobilizácia, bezťažový stav alebo poškodenie miechy dokazujú, že výrazná redukcia externej mechanickej záťaže vedie k znižovaniu hustoty kostného tkaniva (LeBlanc et al., 1990; Schneider et al., 1995). Inými slovami, je to ako so svalmi: ak nie sú používané, zmenšujú sa.

Táto funkčná prestavba sa odohráva v trabekulárnej forme kostného tkaniva, ktorej lamely vytvárajú voľným okom viditeľné rozvetvené trámce. Usporiadanie trámec zodpovedá výslednici síl maximálneho zaťaženia na tlak a ťah (obr. 1, 2). Znamená to, že pri rôznom zaťažení dochádza k prestavbe týchto trámec a teda ku zmene kostnej mikroarchitektoniky. Na povrchu trabekulárnej kosti sa nachádza kortikálna forma kostného tkaniva. Jeho lamely sú usporiadané koncentricky a vytvárajú trubice, zasunuté jednu do druhej.

Podstatou adaptívnych procesov kostného tkaniva je deformačné napätie, ktoré je výsledkom pôsobenia externej mechanickej záťaže. Existuje veľa vedeckých dôkazov o tom, že kostná hustota sa dá pozitívne ovplyvňovať pôsobením systematického mechanického



zaťažovania kostí. Reakcia kostného metabolizmu na externé mechanické podnety sa však líši v závislosti od charakteru týchto podnetov.



Obr. 1: Usporiadanie trabekulárnych trámecov, Turner (1998)

Štúdie na zvieratách ukazujú, že kostné tkanivo nereaguje na mechanické podnety statického charakteru (Burr et al. (2002), Lanyon et al. (1984). Takéto impulzy nespúšťajú v kostiach žiadne adaptačné mechanizmy ani v prípade, že sú dostatočne silné (Hert et al., 1971).



Obr. 2: Proximálny femur, Turner (1998)

K adaptácii kostnej štruktúry dochádza vtedy, ak je externý mechanický podnet nielen dostatočne silný, ale zároveň aj dynamický (Turner, 1998). Pôsobenie takýchto stimulov vytvára tlak, výsledkom ktorého je pohyb extracelulárnej tekutiny v lakuno-kanikulárnej sieti a kaskáda bunkových pochodov vedúcich k adaptačným procesom



kostného tkaniva. Dynamické mechanické stimuly vytvárajú v porovnaní so statickými podnetmi väčšie deformačné napätie, a teda aj výraznejšie prúdenie extracelulárnej tekutiny. Preto je zvýšenie dynamiky externej záťaže jedným z krokov k lepšiemu uplatneniu mechanických podnetov na podporu adaptačných procesov kostného tkaniva.

Viaceré štúdie skúmali, ako dlho má trvať externý mechanický podnet, aby viedol k stimulácii kostného tkaniva (Mosley et al. (1997); Mosley et al. (1998); Forwood et al. (1994); Forwood et al. (1996). 36 cyklov zaťaženia za deň viedlo k zvýšeniu kostnej formácie potkanov. Väčší počet cyklov už nemal na kostný metabolizmus žiadny vplyv (Rubin et al., (1984), Frost (1992). U potkanov, ktoré skákali 10 krát za deň (z výšky 40 cm) došlo k zvýšeniu kostnej hmoty tibie. Pri testovaní 40 cyklov už však nedošlo k žiadnej ďalšej zmene (Umemura et al., 1997).

Dáta zo štúdií na zvieratách dokazujú logaritmický vzťah, podľa ktorého kosť už po 20 cykloch zaťaženia stráca viac ako 95 % svojej mechanosenzitivity. Po určitom čase bez zaťaženia sa však vráti do pôvodného stavu. Treba pamätať na to, že veľkosť deformačného napätia aplikovaná v týchto štúdiách bola veľmi pravdepodobne vyššia ako tá, ktorá sa vytvára počas fyzickej aktivity ľudí.

Rozdelenie zaťaženia do viacerých tréningových jednotiek počas dňa sa zdá byť vhodnejšie pre ovplyvňovanie kostného metabolizmu ako aplikácia celého zaťaženia do jednej tréningovej jednotky. Externý stimul v štúdii Turnera et al. (2003) predstavovalo mediolaterálne ohýbanie ulny potkanov. Zvieratá boli rozdelené do 6 skupín, z ktorých každá absolvovala 360 cyklov spomínaného zaťaženia za deň. Výsledky ukazujú, že kostná formácia bola po takomto podnete tým vyššia, čím dlhšie boli intervaly odpočinku. V prípade 4-hodinového sa v porovnaní s experimentálnym protokolom bez prestávky takmer zdvojnásobila. Zdá sa teda, že osteogenická odozva organizmu na zaťaženie je výraznejšia, ak sú počas dňa medzi intervalmi krátkeho intenzívneho zaťaženia aj fázy odpočinku (Turner et al., 2003).

Rozdelenie fyzickej záťaže (120 skokov) do 2 cvičebných jednotiek za deň s prestávkou 8 hodín viedlo k takmer 50 percentnému zlepšeniu osteogenického potenciálu. Avšak rozdelenie na tri časti po 40 skokov nemalo na kostný metabolizmus žiaden ďalší vplyv. Odporúčanie z tejto štúdie je, že v prípade potreby šetrenia času je lepšie skrátiť každú cvičebnú časť ako znížiť ich celkový počet (Turner et al., 2003).

Ďalší faktor deformačného napätia, ktorý má vplyv na reakciu kostného metabolizmu je frekvencia. Rubin et al. (2001) napríklad zistili, že deformačné napätie veľkosti 500 jednotiek a frekvencii 10 až 60 Hz vytvára väčšiu osteogenickú reakciu kosti ako zaťaženie rovnakej veľkosti s frekvenciou 1 Hz. Výsledky ďalšej štúdie naznačujú, že veľmi malé deformačné napätie (menej ako 10 jednotiek) sa pri vysokej



frekvencii zaťaženia zdá byť vhodným prostriedkom prevencie straty kostného tkaniva následkom imobilizácie (Rubin, Xu, Judex, 2001).

Rýchlosť, akou sa má dosiahnuť maximálna hodnota deformačného napätia, je tiež dôležitá pri ovplyvňovaní kostného tkaniva mechanickým zaťažením (Mosley et al., 1998; Hsieh et al. 2001; Burr et al. 2002; Srinivasan et al., 2007). Zvýšenie tejto rýchlosti pri danej veľkosti a frekvencii napätia viedlo k výraznejšej kostnej formácii (Judex et al., 2000).

K prestavbe trámecov dochádza pôsobením záťaže, ktorá sa okrem toho, že vytvára dostatočne silné a dynamické deformačné napätie, zároveň odlišuje od bežne sa vyskytujúcich externých mechanických stimulov (Rubin, Lanyon (1987); Biewener, Bertram (1993). Nordstrom et al. (1998) vo svojej štúdii zistili, že dostatočne silné, rýchlo sa meniace a prerušované podnety, ktoré boli distribuované v rozličných smeroch, vyvolávali v porovnaní s dynamickými, avšak pomaly sa meniacimi, väčšiu adaptívnu reakciu kostí. Viaceré štúdie dokazujú, že aktivity, počas ktorých dochádza k nárazom, rýchlym, dynamickým a nepredvídateľným zmenám segmentov tela (tenis, squash, badminton, gymnastika, trojskok, rugby a podobne) sú vhodnejšie pre zvyšovanie kvality kostnej hmoty v porovnaní s plávaním, cyklistikou alebo veslovaním, pri ktorých sa externé deformačné napätie vyskytuje v oveľa menšej miere (Lin et al., 2012).

Zdá sa, že smer pôsobenia a frekvencia zmien deformačného napätia sú dôležitejšie faktory ako jeho veľkosť.

KOSTNÝ METABOLIZMUS

Kosť je metabolicky aktívny orgán, v ktorom neustále prebiehajú dva protichodné procesy: kostná tvorba a resorbcia. Kostná formácia je zabezpečovaná jednojadrovými bunkami, osteoblastmi, ktoré generujú kostnú maticu, obnovujú a uzdravujú kosť. Za kostnú resorpciu sú zodpovedné mnohoadrové bunky, osteoklasty, ktoré rozpúšťajú a odbúravajú kostné tkanivo.

Za normálnych podmienok je medzi týmito dvoma procesmi rovnováha riadená hormónmi a externými vplyvmi (hlavne mechanickým zaťažovaním), a teda množstvo odstráneného a novovytvoreného kostného tkaniva je približne rovnaké. Starnutie, menopauza alebo imobilizácia súvisia s viac či menej výraznou nerovnováhou medzi kostnou tvorbou a resorpciou, ktorá ak trvá dlhšie, vedie k zmenenej štruktúre a hustote kostí a znižovaniu kostnej sily.

Pri určovaní sily kostí je dôležité zistiť ich minerálne zloženie, štruktúru kortikálnej kosti, porozitu trabekulárnej kosti, výskyt mikrotrhlín a iných foriem poškodení na kostiach. Kostná minerálna hustota (BMD) je hlavným ukazovateľom kvality kostí a taktiež rizika vzniku osteoporotickej zlomeniny. Najpoužívanější spôsob zistenia BMD je DXA



vyšetrenia (z angl. dual X-ray absorptiometry), pomocou ktorého sa určuje hustota chrbtice a bedrových kostí (niekedy aj zápästia a celého tela). Výsledky vyšetrenia sa interpretujú použitím WHO T-skóre.

Remodelovanie kostnej hmoty je veľmi pomalý proces a preto sa zmeny na úrovni kostnej hustoty dajú rozoznať až po dlhšom období pôsobenia experimentálneho stimulu (aspoň 2 roky). Meranie kostnej hustoty sa pri monitorovaní dynamiky a akútnej reakcie kostného metabolizmu na jednorazové zaťaženie, tréning alebo inú formu intervencie preto stáva nevyužiteľným.

Štúdium kostného matrixu a jeho súčastí postupne viedlo k diferenciacii biochemických ukazovateľov kostného metabolizmu, ktoré odrážajú kostnú tvorbu a resorbciu. Ich monitorovanie predstavuje alternatívu tradičných denzitometrických metód. Z rozsahu akútnych zmien týchto markerov vplyvom experimentálneho činiteľa možno nepriamo posudzovať mieru účinnosti tohto testovaného stimulu aj z dlhodobejšieho hľadiska.

Ako biochemické markery kostnej tvorby sa v praxi používajú najmä kostný izoenzým alkalickéj fosfatázy (bALP), osteokalcín (OC), amino- a karboxy-terminálny propeptid prokolagénu typu I (PINP, PICP), ktoré sa do krvného obehu uvoľňujú počas tvorby kostného tkaniva. Proces resorbcie je sprostredkovaný osteoklastmi, ktoré rozkladajú minerálnu zložku a odbúravajú kostnú organickú matrix. Výsledkom je uvoľňovanie fosforu, vápnika, enzýmov a degradačných produktov matrixu. Medzi najčastejšie používané patria karboxy-terminálna telopeptidová priečnoväzbová doména kolagénu typu I (ICTP), amino- a karboxy-terminálny telopeptidový fragment kolagénu typu I (NTX-I, CTX-I).

KOSTNÁ HMOTA V RÔZNYCH FÁZACH ŽIVOTA

Pravidelná pohybová aktivita je dôležitá pre zdravie kostí v ktoromkoľvek veku. V detstve a ranej dospelosti je kľúčovým faktorom pre nadobudnutie čo najväčšieho množstva kostnej hmoty, v neskoršej dospelosti má význam pre jej udržanie, počas starnutia znižuje mieru jej straty a v období staroby pomáha redukovať riziko pádov.

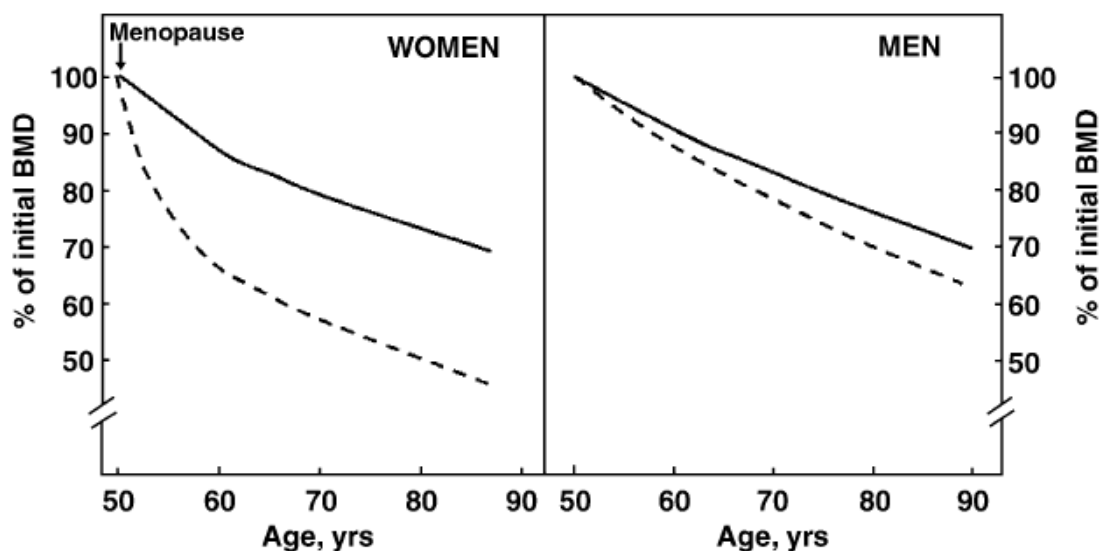
Prierezové štúdie dokazujú, že maximálne množstvo kostnej hmoty sa dosahuje v priemere koncom tretej dekády života. Zároveň je obdobie vývinu oveľa vhodnejšie pre zvyšovanie kostnej hmoty prostredníctvom cvičenia ako dospelý vek (Kannus, 1995).

Fyzicky aktívne deti majú vyššiu kostnú hmotu ako ich nešportujúci rovesníci (Slemenda et al., 1991). Deti, ktoré sa venujú plávaniu alebo takým aktivitám, počas ktorých nedochádza k nárazom pri vykonávaní pohybovej aktivity alebo prekonávaní dostatočne veľkého odporu, majú nižšiu kostnú hustotu ako deti, ktoré sa venujú napríklad baletu alebo gymnastike (Cassell et al., 1996; Courteix et al., 1998; Khan et al.,



1998). Takisto vzpieranie má pozitívny vplyv na zvýšenie kostnej hmoty aj v prípade detí (Morris et al., 1997).

Biologické mechanizmy zodpovedné za tieto javy nie sú úplne jasné, avšak pravdepodobne súvisia s faktom, že počas rastu je povrch kostí pokrytý väčším množstvom aktívnych osteoblastov ako v dospelosti. K periosteálnemu zväčšovaniu kostí dochádza hlavne v období rastu, a teda detstvo a adolescencia predstavujú najvhodnejšie podmienky pre rast kostí do šírky kostí následkom cvičenia. Rast kostí do šírky súvisí s vyššou silou kostí v ohybe a torzii. Resorbcia kostného tkaniva z povrchu kostí je v dospelosti veľmi zriedkavá (remodeling prebieha v trabekulárnej, endokortikálnej a Harvesovej časti kosti). To naznačuje, že šírka kostí zostáva nezmenená až do obdobia staroby. Intenzívne cvičenie počas obdobia rastu a ranej dospelosti môže teda pomôcť znížiť riziko zlomenín v staršom veku (Karlsson, 2002).



Obr. 3: Kostná hustota a vek (Khosla et al., 2005)

Strata kostného tkaniva je prirodzený jav a dochádza k nemu u oboch pohlaví. Úbytok kostnej hmoty súvisí so stenšovaním kostných trámčov a tvorbou mikrotrhlín, čo je hlavná predispozícia zlomenín tiel stavcov. Po 40 roku života predstavuje asi 0.5 % ročne, nezávisle do pohlavia alebo rasy. Obrázok 3 ilustruje stratu trabekulárnej (prerušované čiary) aj kortikálnej (plné čiary) formy kostného tkaniva s vekom. U žien je strata kostnej hmoty s nástupom menopauzy v dôsledku straty vplyvu estrogénu oveľa výraznejšia ako v prípade mužov. Garner et al. (1996) zistili, že začiatok menopauzy je v porovnaní so stavom pred jej nástupom spojený s 90 percentným nárastom kostnej resorpcie. Kostná tvorba sa taktiež zvyšuje, avšak iba o približne 45 %. Takáto nerovnováha vedie k zvýšenej strate kostného tkaniva, ktorá je najmarkantnejšia počas prvých rokov menopauzy (8.-10.). Jedným z hlavných rizík menopauzy je zvýšená možnosť vzniku



osteoporózy. Práve kvôli úbytku estrogénu sú ženy v 4-násobne vyššom riziku osteoporózy ako muži.

Treba pamätať na to, že aj keď sa kostná hmota v stredných rokoch už výraznejšie nezvyšuje, cvičenie pomáha zmierňovať jej úbytok. Nadobudnutie čo najväčšieho množstva kostnej hmoty počas detstva a ranej dospelosti vhodnou pohybovou aktivitou preto predstavuje kľúčový faktor udržania funkčného stavu kostného aparátu v dospelosti a starobe. Preto čím viac kostnej hmoty človek nadobudne v detstve a ranej dospelosti, tým miernejší úbytok vo vyššom veku u neho nastane.

Správne cvičenie môže viesť k zvýšenej tvorbe a/alebo zníženiu straty kostného tkaniva. Aj malé prírastky kostnej hmoty získané cvičením majú veľký význam pri zlepšovaní sily a štruktúry kostí.

POUŽITÁ LITERATÚRA

Ashizawa, N, Ouchi, G, Fujimura, R, Yoshida, Y, Tokuyama, K, Suzuki, M. Effects of a single bout of resistance exercise on calcium and bone metabolism in untrained young males. In: *Calcif Tissue Int.* 1998, 62, 104-108.

Biewener, AA, Bertram, JE. Skeletal strain patterns in relation to exercise training during growth. In: *Journal of experimental biology.* 1993, 185, 51-69.

Burr, DB, Robling, AG, Turner, CH. Effects of biomechanical stress on bones in animal. In: *Bone.* 2002, 30, 781-786.

Cassell, C, Benedict, M, Specker, B. BMD in elite 7- to 9-yr-old female gymnasts and swimmers. In: *Med. Sci. Sports Exerc.* 1996, 28, 1243-1246.

Courteix, D, Lespessailles, E, Peres, SL, Obert, P, Germain, P, Benhamou, CL. Effect of physical training on BMD in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. In: *Osteoporosis International.* 1998, 8, 152-158.

Forwood, MR, Turner, CH. The response of rat tibiae to incremental bouts of mechanical loading: a quantum concept for bone formation. In: *Bone.* 1994, 15(6), 603-609.

Forwood, et al. Increased bone formation in rat tibiae after a single short period of dynamic loading in vivo. In: *The American journal of physiology – Endocrinology and metabolism.* 1996, 270, 419-423.

Frost, HM. Perspectives: bone's mechanical usage windows. In: *Bone and mineral.* 1992, 19(3), 257-271.

Garnero, P, et al. Increased bone turnover in late postmenopausal women is a major determinant of osteoporosis. In: *Journal of bone and mineral research.* 1996, 11(3), 337-349.



- Goodship, AE, Lanyon, LE, McFie, H. Functional adaptation of bone to increased stress. In: *The Journal of joint and bone surgery*. 1979, 61(4), 539-546.
- Hert J, Liskova, M, Landa J. Reaction of bone to mechanical stimuli. 1. Continuous and intermittent loading of tibia in rabbit. In: *Folia Morphol (Praha)*, 1971, 19, 290–300.
- Hsieh, YF, Turner, Ch. Effects of loading frequency on mechanically induced bone formation. In: *Journal of bone and mineral research*. 2001, 16(5), 918-924.
- Jones, HH, Priest, JD, Hayes, WC. Humeral hypertrophy in response to exercise. In: *The journal of bone and joint surgery*. 1977, 59(2), 204-208.
- Judex, S, Zernicke, RF. High-impact exercise and growing bone: relation between high strain rates and enhanced bone formation. In: *J. Appl. Physiol*. 2000, 88, 2183-2191.
- Kannus P, Haapasalo H, Sankelo M, et al. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. In: *Ann Intern Med*, 1995, 123, 27–31.
- Karlsson MK, Ahlborg H, Obrant KJ, et al. Exercise during growth and young adulthood is associated with reduced fracture risk in old ages. In: *J Bone Miner Res*, 2002, 17(suppl 1), 297.
- Khan, KM, Bennell, KL, Hopper, JL, et al. Self-reported ballet classes undertaken at age 10-12 years and hip BMD in later life. In: *Osteoporosis International*. 1998, 8, 165-173.
- Khosla, S, Riggs, BL. Pathophysiology of age-related bone loss and osteoporosis. In: *Endocrinology and metabolism clinics of North America*. 2005, 34(4), 1015-1030.
- Lanyon, LE, Rubin, CT. Static vs dynamic loads as an influence on bone remodelling. In: *Journal of Biomechanics*. 1984, 17(12), 897-905.
- LeBlanc, AD, et al. Bone mineral loss and recovery after 17 weeks of bed rest. In: *Journal of bone and mineral research*. 1990, 5(8), 843-850.
- Lee, EJ, et al. Variations in bone status of contralateral and regional sites in young athletic women. In: *Medicine and science in sports and exercise*. 1995, 27, 1354-1361.
- Lin, CF, et al. Acute effects of plyometric jumping and intermittent running on serum bone markers in young males. In: *European Journal of Applied physiology*. 2012, 112(4), s. 1475-1784.
- Morris, FL, Naughton, GA, Gibbs, JL, Carlson, JS, Wark, JD. Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: positive effects on bone and lean mass. In: *J. Bone Miner. Res*. 1997, 12, 1453-1462.
- Mosley, JR, et al. Strain magnitude related changes in whole bone architecture in growing rats. In: *Bone*. 1997, 20(3), 191-198.



Mosley, JR, Lanyon, LE. Strain rate as a controlling influence on adaptive modeling in response to dynamic loading of the ulna in growing male rats. In: *Bone*. 1998, 23(4), 313-318.

Nordstrom, P, Petterson, U, Lorentzon, R. Type of physical activity, muscle strength, and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. In: *Journal of bone and mineral research*. 1998, 13(7), 1141-1148.

Robling AG, Burr DB, Turner CH. Recovery periods restore mechanosensitivity to dynamically loaded bone. In: *J Exp Biol*, 2001, 204(Pt 19), 3389–99.

Rong, H, Berg, U, Tarring, O, Sundberg, CJ, Granberg, B, Bucht, E. Effect of acute endurance and strength exercise on circulating calcium-regulating hormones and bone markers in young healthy males. In: *Scand J Med Sci Sports*. 1997, 7, 152-159.

Rubin, C, et al. Anabolism. Low mechanical signals strengthen long bones. In: *Nature*. 2001, 412(6847), 603-604.

Rubin, CT, Lanyon, LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. In: *Journal of bone and joint surgery*. 1984, 66(3), 397-402.

Rubin, CT, Lanyon, LE. Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. In: *Calcified tissue international*. 1985, 37(4), 411-417.

Rubin, CT, Lanyon, LE. Osteoregulatory nature of mechanical stimuli: function as a determinant for adaptive remodelling in bone. In: *Journal of orthopaedic research*. 1987, 5(2), 300-310.

Rubin, C, Xu, G, Judex, S. The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low-magnitude mechanical stimuli. In: *FASEB journal*. 2001, 15(12), 2225-2229.

Schneider, V, et al. Bone and body mass changes during space flight. In: *Acta Astronautica*. 1995, 36(8-12), 463-466.

Slemenda, CW, Miller, JZ, Hui, SL, Reister, TK, Johnston Jr, CC. Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. In: *J. Bone Miner. Res*. 1991, 6, 1227-1233.

Srinivasan, S, et al. Rest-inserted loading rapidly amplifies the response of bone to small increases in strain and load cycles. In: *Journal of applied physiology*. 2007, 102(5), 1945-1952.

Turner CH. Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli. In: *Bone*. 1998, 23, 399–407.

Turner CH, Robling AG. Designing exercise regimens to increase bone strength. In: *Exerc Sport Sci Rev*. 2003, 31, 45–50.



Umemura Y, Ishiko T, Yamauchi T, et al. Five jumps per day increase bone mass and breaking force in rats. In: *J Bone Miner Res*. 1997, 12, 1480–5.

Vuori, IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis and osteoporosis. In: *Med. Sci. Sports Exerc*. 2001, 33, 551-586.



2

ŠPORTOVÝ TRÉNING VO VZPIERANÍ



2.1

ČO VPLÝVA NA ROZVOJ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ AK TRÉNUJEME S INTENZITOU NAD 90 % MAXIMÁLNEHO VÝKONU?

Marián Vanderka, Katarína Longová

Katedra atletiky,

Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

Doc. Mgr. Marián Vanderka, PhD. (*1972) - na FTVŠ UK je garantom študijného programu „Kondičné trénerstvo“; zaoberá sa štruktúrou a rozvojom kondičných schopností vo vrcholovom a výkonnostnom športe, bol účastníkom OH v atletickom šprinte na 200m a ZOH v štvorboboch.

Mgr. Katarína Longová, PhD. (1986) - je absolventka doktorandského štúdia na FTVŠ UK so zameraním na štruktúru a rozvoj silových schopností v kondičnej príprave, je viacnásobná medailistka na vrcholných podujatiach ME a akademických MS v karate.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

periodizácia, výkonové maximum, silový gradient, maximálna sila, polodrep výskok

ÚVOD

Pre efektívne zlepšovanie silových schopností je potrebné venovať zvýšenú pozornosť dávkovaniu zaťaženia a najmä kontrole intenzity. Na rozdiel od v minulosti preferovaného objemového prístupu je dnes intenzifikácia sprievodným javom vývojových tendencií v športe. Súčasné poznatky a prax smerujú ku komplexnému chápaniu faktorov ovplyvňujúcich celkový športový výkon a pripravenosť športovcov. Tomuto modelu musí zodpovedať aj komplexná metodika silového tréningu.

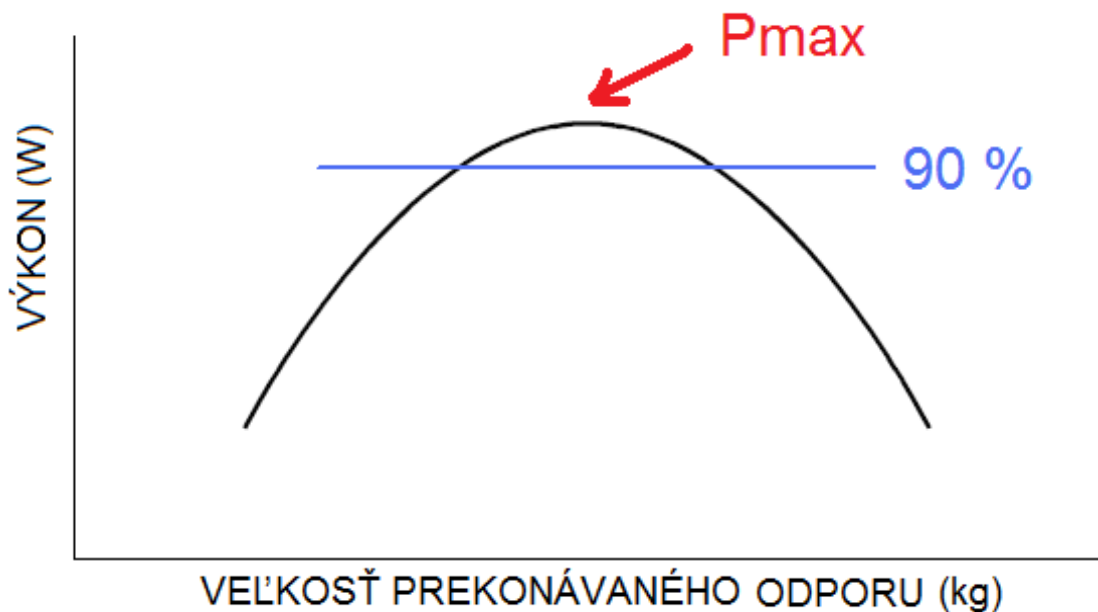
Intenzita zaťaženia v silovom tréningu je považovaná za najdôležitejší činiteľ. Je definovaná najčastejšie percentom 1 RM, menej často rýchlosťou vykonávaného pohybu alebo tempom. Zaťaženie nižšie ako 60 % z 1 RM je považované z hľadiska prírastkov silových schopností za neúčinné. U silovo trénovaných športovcov je na dosiahnutie prírastkov v silových schopnostiach potrebné zaťaženie vyššie ako 80 % 1RM (Häkkinen 1986).

Je známe, že rýchlosť a teda aj výkon vplyvom únavy klesá významne pri maximálnom úsilí a veľkosti odporu nad 60% 1RM už po 5-6 opakovaniach, v závislosti na cvičení, typológii športovca a stave jeho trénovanosti. Hanus (2009) experimentálne preukázal, že tréningom 10-tich sérií po 3 opakovania v porovnaní s 3x10 opakovaniami s veľkosťou odporu medzi 50-70 % 1RM a pri maximálnom úsilí v koncentrickej fáze



je možné dosiahnuť lepšie prírastky v oblasti silovo-rýchlostných schopností. Išlo najmä o silový gradient a menej maximálny silový výkon.

Pri riešení tejto problematiky je kľúčové uvedomiť si, že maximálne úsilie a maximálna intenzita nie sú totožné charakteristiky zaťaženia. Vonkajšia intenzita začne pri maximálnom úsilí pomerne rýchlo klesať. Veľkosť poklesu vonkajšej intenzity pri maximálnom úsilí závisí od množstva faktorov. Napríklad od úrovne trénovanosti, typológie športovca, typu cvičenia, veľkosti pokrčenia, intervalu odpočinku a v neposlednom rade aj od veľkosti prekonávaného odporu. Posledný zmieňovaný faktor v našom prípade významne ovplyvnil počet opakovaní v sérii.



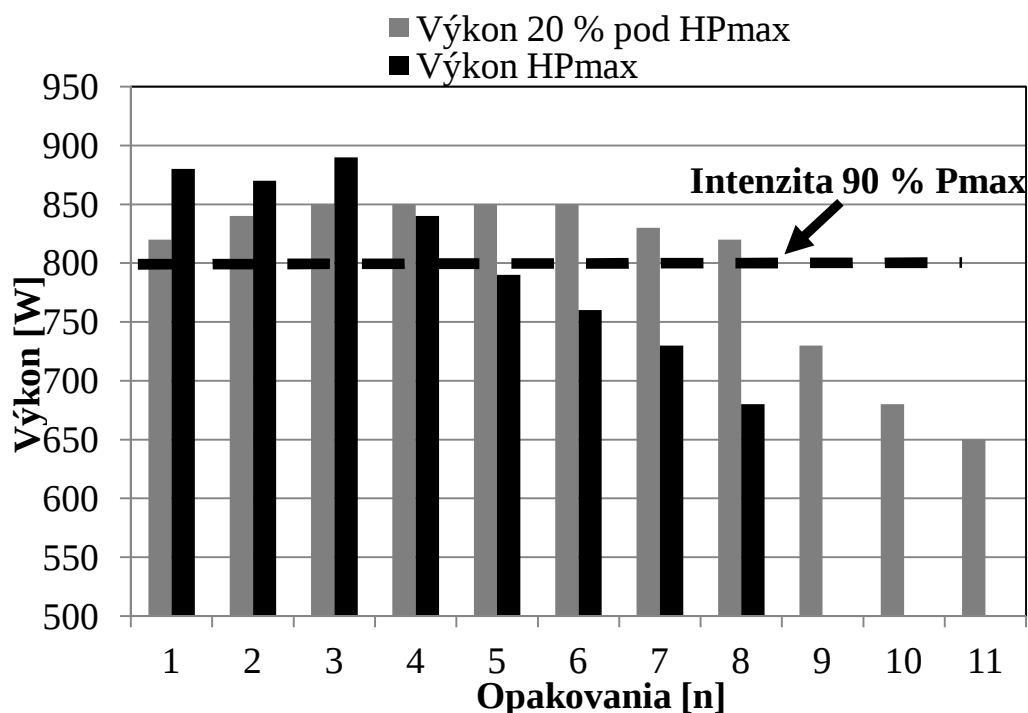
Obr. 1: Schematické zobrazenie závislosti výkonu od veľkosti prekonávaného odporu v koncentrickej časti pohybu vykonávaného maximálnym úsilím a hranica 90 % P_{max} jednak z pohľadu výkonu vo Wattoch ale aj hmotnosti činky.

V predvýskume sme hľadali počet opakovaní na spodnej hranici hmotnosti s ktorou boli probandi schopní vyvinúť intenzitu 90 % P_{max} dosiahnutú v diagnostickej sérii. To bola približne 20 % nižšia hmotnosť ako pri P_{max} (obr. 1). S takto veľkým vonkajším odporom (20 % pod P_{max}) probandi dosiahli v priemere 8 opakovaní s intenzitou nad 90 % z P_{max} . Naším pôvodným zámerom bolo realizovať rovnako veľký objem zaťaženia s intenzitou nad 90 % z P_{max} na opačnej strane krivky (obr. 2), kde je hmotnosť činky (veľkosť prekonávaného odporu) vyššia. Avšak s touto hmotnosťou boli probandi schopní vykonať najviac dve opakovania, čo by spôsobilo značné problémy pri organizácii experimentu. Preto sme sa rozhodli znížiť veľkosť prekonávaného odporu na úroveň s ktorou dosiahli výkonové maximum (HP_{max}). S takto veľkým vonkajším odporom sme následne realizovali sériu opakovaných



polodrepov výskokov maximálnym úsilím. Takto boli probandi v priemere schopní realizovať 4 opakovania s intenzitou nad 90 % Pmax. Aby boli obidva podnety porovnateľné (z hľadiska vnútornej validity experimentu) stanovili sme rovnaký objem zaťaženia v experimentálnych skupinách počtom opakovaní v tréningovej jednotke. Na základe už uvedených východísk to bol počet 32. To znamená, že jeden záťažový protokol bol 4 série po 8 opakovaní a s vyššou hmotnosťou činky 8 sérií po 4 opakovania v oboch prípadoch s intenzitou nad 90 % z aktuálneho Pmax. Túto intenzitu sme kontrolovali v každom opakovaní celého experimentu prostredníctvom zariadenia FitroDyne Premium.

Na základe výskumných prác a našich predchádzajúcich štúdií Hanus (2009), Vanderka (2010), Mihalík (2012), Novosád (2012) ako aj zo skúseností z tréningovej praxe, vieme, že intenzita je kľúčovým mechanizmom ovplyvňujúcim rozvoj rýchlostno-silových schopností a môže sa efektívne prejavíť v štruktúrálnej, ale aj neuroregulačnej adaptácii. Nevieme však do akej miery dochádza k zmenám v intenzite jednotlivých tréningových jednotiek (pri maximálnom úsilí) počas bežne používaných 4 týždňových mezocyklov. Zvolili sme si postup, kde sme po 4 týždňoch zmenili veľkosť prekonávaného odporu smerom hore alebo aj dolu o cca 20 %. Ak používame v tréningu ten istý odpor preukázali sme, že po 3-4 týždňoch zaťažovania maximálnym úsilím, dôjde k stagnácii úrovne intenzity (výkonu).



Obr. 2: Priemerný výkon a počet opakovaní nad hranicu 90 % z aktuálneho najvyššieho priemerného výkonu pri opakovaných polodrepech výskokoch maximálnym úsilím (90° v kole nnom kĺbe) s činkou vzadu na ramenách s veľkosťou odporu 20 % pod hmotnosť pri výkonovom maxime a s hmotnosťou činky na úrovni Pmax (HPmax)



Dá sa predpokladať, že z krátkodobého hľadiska je možné tréningom nad úrovňou 90 % P_{max} optimálne stimulovať hypertrofiu a aj iné mechanizmy adaptácie, najmä rýchlych svalových vlákien. Optimálny stupeň hypertrofie hlavne rýchlych svalových vlákien sa tak aj tu stáva dôležitým predpokladom na ďalšie zvyšovanie rýchlostno-silových schopností.

V dostupných zdrojoch informácií o skúmaní vplyvov silového tréningu sme nenašli také, ktoré by porovnávali vplyv posilňovania na úrovni 90 % z výkonového maxima na zmeny rýchlostno-silových schopností. Originalitou predkladaného výskumu je neustála kontrola intenzity (výkonu) v každom opakovaní počas tréningu. Keďže v športovej praxi je nevyhnutné zvyšovať zaťaženie, rozhodli sme sa na základe teoretických východísk hľadať rozdiel v adaptácii na dva odlišné systémy zvyšovania zaťaženia.

CIEĽ

Kvantifikovať rozdielne efekty tréningu s nárastom odporu v mezocykle v porovnaní s jeho poklesom pri maximálnom úsilí a intenzite nad 90 % z P_{max} na zmeny vybraných parametrov pohybovej výkonnosti.

Zisťovali sme aké nastanú zmeny v úrovni vybraných silových a rýchlostno-silových schopnostiach ak mezocyklus výbušného posilňovania, realizovaného prostredníctvom cvičenia opakovaných polodrepov výskokov s činkou na pleciach, začne najskôr s vyššou a potom pokračuje nižšou hmotnosťou vonkajšieho odporu (a naopak) s maximálnym úsilím a intenzitou zaťaženia v oboch prípadoch nad 90 % z aktuálneho P_{max} .

METODIKA

Výskumu sa zúčastnilo 101 študentov FTVŠ UK, z ktorých celý experiment absolvovalo 77 probandov. Na začiatku sme ich rozdelili zámerno-náhodným výberom na dve experimentálne a jednu kontrolnú skupinu. Zámerno-náhodný výber slúžil na efektívne rozdelenie z hľadiska homogenity jednej z kritériálnych závislých premenných (P_{max}), aby nedošlo k tomu, že v jednej skupine bude po vstupnom meraní najvyšší priemerný výkon v koncentrickej fáze významne odlišný. V tom prípade by aj zmeny vplyvom nášho experimentálneho činiteľa boli ovplyvnené rozdielnou vstupnou úrovňou. Probandov sme po vstupnom testovaní rozdelili najskôr do dvojíc s porovnateľnými parametrami P_{max} (zámerná časť výberu) a následne náhodne rozdelili do experimentálnych skupín. Experimentálna skupina EX1 pozostávala na začiatku z 25 probandov a na konci experimentu z dôvodov choroby, zranenia a iných vynechaní tréningov zostalo 23 probandov priemerného



veku $21,4 \pm 2,2$ roka a telesnej hmotnosti $72,1 \pm 9,2$ kg. Experimentálna skupina EX2 pozostávala na začiatku taktiež z 25 a na konci 19 probandov priemerného veku $22,1 \pm 1,6$ roka a telesnej hmotnosti $78,2 \pm 11,0$ kg. Kontrolná skupina na začiatku experimentu mala 51 a na konci 35 probandov priemerného veku $21,9 \pm 2,1$ roka a telesnej hmotnosti $77,4 \pm 9,2$ kg. Skúsenosti probandov so silovým tréningom boli rôzne.

Spôsobilosť realizovať cvičenie polodrep výskok s činkou vzadu na ramenách bola nacvičovaná na hodinách špecializácie kondičný tréner, takže pred začiatkom experimentu aj probandi kontrolnej skupiny ovládali tieto zručnosti na uspokojivej úrovni.

Všetci probandi boli študentmi bakalárskeho stupňa štúdia na FTVŠ UK v študijnom programe kondičný tréner. Všetci sa experimentu zúčastnili dobrovoľne a svoj súhlas potvrdili aj podpismi na zbernom hárku experimentu. Boli vopred oboznámení s možnými rizikami, ale aj pozitívami spojenými jednak s diagnostikou ako aj rozvojom rýchlostno-silových schopností. Prvé experimentálne obdobie trvalo 4 týždne (13 tréningov). Z hľadiska vnútornej validity sme nerealizovali úpravu veľkosti vonkajšieho odporu probandov experimentálnych skupín po priebežnom meraní, čo by si tréningová prax vo vrcholovom športe pragmaticky vyžadovala. Takáto úprava by narušila pôsobenie experimentálneho činiteľa faktoru poradia a rovnakosti zaťaženia v skupinách. Aj druhé experimentálne obdobie trvalo 4 týždne (13 tréningov).

Testy boli realizované v Bratislave v priestoroch FTVŠ UK a v atletickej hale Elán. Experiment prebiehal v dvoch experimentálnych skupinách EX1 a EX2 trval celkovo 8 týždňov s frekvenciou 3 tréningové jednotky do týždňa.

Probandi v tréningu vykonávali cvičenie opakovaný polodrep výskok s pokrčením 90° v kolennom kĺbe a boli inštruovaní, aby v koncentrickej fáze pohybu vyvíjali maximálne úsilie o čo najvyššiu rýchlosť. V dolnej ani hornej krajnej polohe probandi nezastavovali. Tempo cvičenia bolo 10X0. Cieľom bolo udržať intenzitu nad 90% z P_{max} , čo sme zabezpečovali tak, že každé opakovanie v sérii bolo kontrolované diagnostickým prístrojom FitroDyne.

Experimentálna skupina (EX1) trénovala prvé 4 týždne 8 sérií po 4 opakovania s ťažšou hmotnosťou, t.j. na hornej hranici hmotnosti závažia (činky) pri 90 % P_{max} (W), čo je pre 4 opakovania hmotnosť pri P_{max} (kg).

Experimentálna skupina (EX2) vykonávala 4 série po 8 opakovaní s ľahšou hmotnosťou činky na spodnej hranici hmotnosti závažia (činky) pri 90 % P_{max} (cca 20 % nižšia hmotnosť ako EX1). Po 4 týždňoch sa systém tréningu v skupinách navzájom vymenil.

Kontrolná skupina (KON) nebola vystavovaná pravidelnému silovému tréningu.

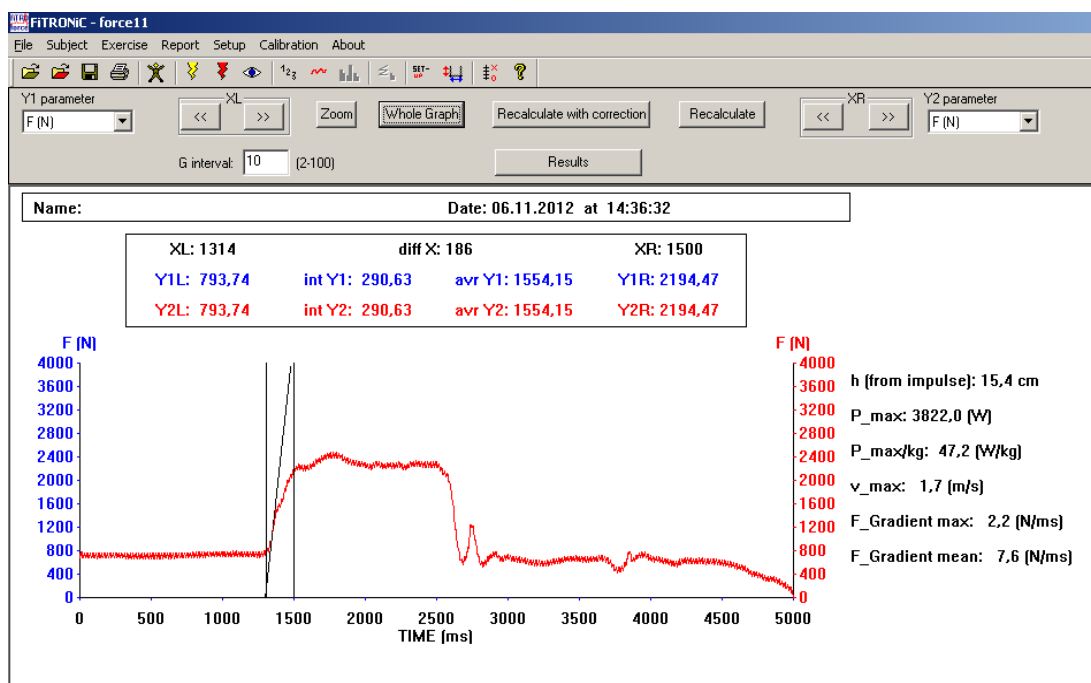


Za závislé premenné sme aj na základe predchádzajúcich výskumov stanovili:

1. Pmax – najvyšší priemerný výkon [W]

Probandi realizovali cvičenie polodrep výskok s činkou umiestnenou za hlavou na ramenách a uhol v kolennom kĺbe bol 90°. Veľkosť pokrčenia bola kontrolovaná mäkkým dorazom. Údaje sme získavali meraním pomocou zariadenia FitroDyne Premium. Probandi boli testovaní v už uvádzanej stupňovanej diagnostickej sérii, pred ktorou bolo vždy zaradené rozcvičenie. Probandi boli inštruovaní vykonávať každý pokus maximálnym úsilím v koncentrickej fáze pohybu. Medzi pokusmi mali testovaní pauzu minimálne 2 minúty.

Z nášho predvýskumu, ako aj z predchádzajúcich sledovaní a praktických skúseností sa ukázalo, že je nevyhnutné dbať nie len pri diagnostike, ale aj pri samotnom procese posilňovania na kvalitu nie kvantitu. Z toho dôvodu sme kládli veľký dôraz na bezpečnosť neustálou kontrolou techniky vykonávania, rozsahu pohybu a vonkajšej intenzity. Nevykonávali klasickú diagnostickú sériu až do jednorázového maxima, ale iba do hmotnosti činky, pri ktorej sme zaznamenali pokles výkonu. Pri vyšších hmotnostiach sa zvyšuje riziko poškodenia pohybového aparátu najmä v excentrickej časti - pri dopade. V našom prípade išlo o cvičenie polodrep výskok, ktoré je v porovnaní napríklad s cvičením tlak na vodorovnej lavičke koordinačne náročnejšie.



Obr. 3: Príklad záznamu silových charakteristík pri meraní sily maximálnej izometrickej kontrakcie a silového gradientu v programe „Fitro-Force“.



2. Fmax - maximálna izometrická sila [N]

3. RFD - silový gradient [N.ms⁻¹]

Na posúdenie maximálnej izometrickej sily (Fmax) a silového gradientu (RFD) sme použili dynamometrickú platňu FitroForce. Činku umiestnenú na stojanoch sme výškovo upravili tak, aby uhol v kolennom kĺbe pri polodrepe bol 90°. Ú čelom dvoch po sebe nasledujúcich meraní (trvanie pokusu 5s) bolo vyvinúť proti nepohybujúcemu sa odporu maximálnu statickú (izometrickú) kontrakciu.

Probandi boli inštruovaní tak, aby vyvinuli maximálne úsilie o dosiahnutie čo najväčšej sily v čo najkratšom čase.

Vyhodnocované boli (obr. 3):

a) hodnoty maximálnej sily (Fmax [N])

b) hodnoty priemerného silového gradientu (RFD [N.ms⁻¹]), ktoré sme zaznamenávali v inicializačnej fáze 0–50 ms a vo fáze maximálneho impulzu sily 0-100, 0-150 a 0-200 ms (Aagaard 2002; Gruber a Gollhofer 2004).

Na hodnotenie zmien vo vybraných parametroch motorickej výkonnosti rýchlostno-silového charakteru sme použili porovnávaciu analýzu. Na zistenie štatistickej významnosti rozdielov v prírastkoch medzi vstupnými, priebežnými a výstupnými hodnotami medzi jednotlivými experimentálnymi skupinami sme použili parametrický nepárový t-test a na zistenie štatistickej významnosti rozdielov medzi vstupnými a výstupnými hodnotami jednotlivých skupín parametrický párový t-test. Štatistické spracovanie výsledkov sme realizovali pomocou softvéru firmy IBM SPSS Statistics 19.0 (originálne - Statistical Package for the Social Sciences, neskôr modifikovaný - Statistical Product and Service Solutions).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najvyšší priemerný výkon v diagnostickej sérii – výkonové maximum (Pmax)

Úroveň najvyššieho priemerného výkonu (Pmax) v cvičení polodrep výskok sa najvýraznejšie zmenila v skupine EX2 v prvej polovici 8-týždňového mezocyklu, keď v tréningu vykonávala 4 série po 8 opakovaní polodrepov výskokov maximálnym úsilím s hmotnosťou činky 20 % pod HPmax. Výkon narástol z 722,8±141,4 W na 873,3±177,5 W. Tento prírastok 150,5±90,7 W bol štatisticky významný (20,8 %; p<0,01.).

Aj v skupine EX1, ktorá v prvej polovici experimentu cvičila s vyššou hmotnosťou činky na úrovni Pmax osem sérií po štyri opakovania polodrepov výskokov, došlo k významnému nárastu najvyššieho priemerného výkonu z 713,5±176,5 W na 796,0±196,6 W. Priemerný prírastok bol 82,5±63,2 W (11,6 %; p<0,01). V kontrolnej skupine KON nastalo mierne nevýznamné zhoršenie výkonu, keďže



nevykonávali žiadny cielený silový tréning z $753,1 \pm 170,7$ W na $734,2 \pm 167,1$ W. Zhoršenie bolo v priemere $-18,9 \pm 72,5$ W (2,5 %; $p=n.s.$).

V druhej polovici mezocyklu, keď si skupiny vymenili systematiku zaťažovania, už k výrazným zmenám v najvyššom priemernom výkone v cvičení polodrep výskok nedošlo ani v jednej zo skupín. EX1 cvičiaca v druhej polovici experimentu s ľahšou hmotnosťou 20 % pod HPmax 4 krát po 8 opakovaní polodrep výskok maximálnym úsilím sa zlepšila o $14,8 \pm 59,7$ W (2,1 %; $p=n.s.$). Celkový prírastok za celých 8-týždňov činil $97,3 \pm 63,9$ W (13,6 %; $p<0,01$; obr. 4). Druhá experimentálna skupina EX2 počas druhých štyroch týždňov cvičila s ťažšou hmotnosťou činky opakované polodrepy výskoky maximálnym úsilím 8 sérií po 4 opakovania. Prírastok Pmax bol $40,4 \pm 90,6$ W (5,6 %; $p=n.s.$). Za celé obdobie experimentu zlepšenie Pmax v skupine EX2 predstavovalo $190,9 \pm 106,1$ W (26,4 %; $p<0,01$; obr. 4). Kontrolná skupina počas druhých štyroch týždňov experimentu opäť nezaznamenala takmer žiadne zmeny v Pmax. Za celé osem týždňové obdobie táto zmena bola $-16,7 \pm 74,2$ W (2,2 %; $p=n.s.$).

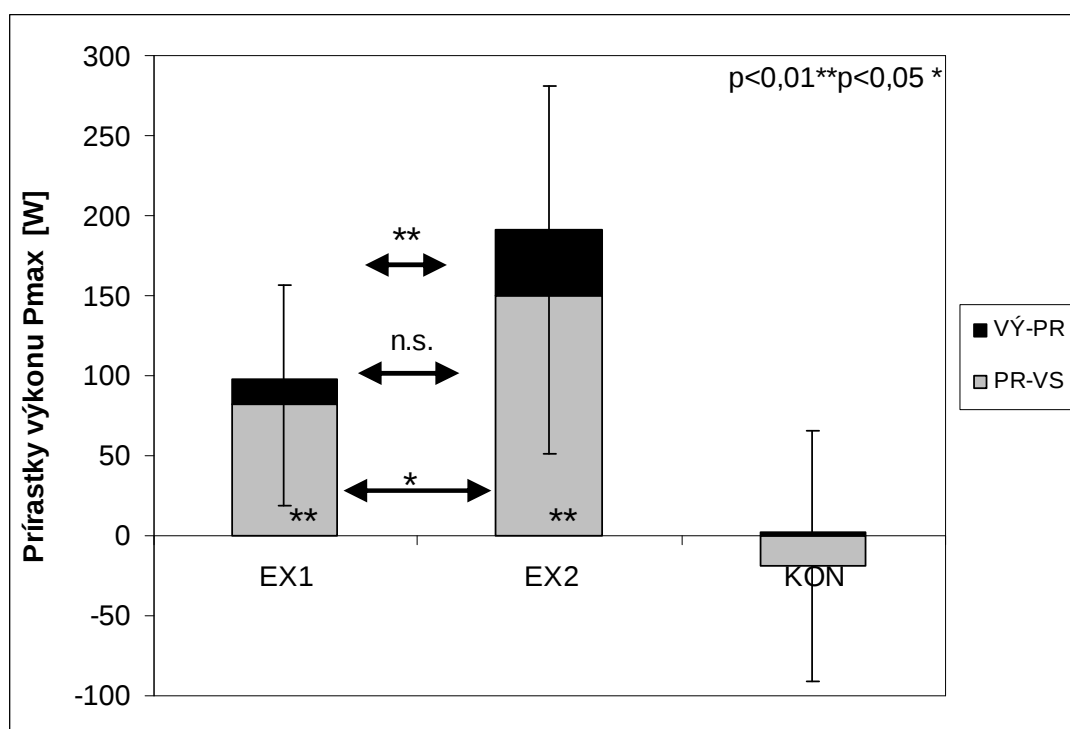
Porovnaním priemerných prírastkov Pmax medzi experimentálnymi skupinami sme zistili, že rozdiel v prírastkoch bol v prvých štyroch týždňoch 68 W v prospech skupiny EX2 ($p<0,05$) a podobne tomu bolo aj za celé obdobie experimentu, kde rozdiel v prírastkoch bol 93,6 W ($p<0,01$).

Z uvedených výsledkov možno dedukovať, že pokiaľ ide o zvyšovanie Pmax pri cvičení polodrep výskok je efektívnejšie v 8-týždňovom mezocykle použiť periodizáciu s postupným zvyšovaním veľkosti vonkajšieho odporu (EX2). Vysvetlenie možno hľadať vo viacerých oblastiach. Jednak v pravdepodobne lepšej možnosti optimalizovať techniku cvičenia polodrep výskok na začiatku mezocyklu s nižšou hmotnosťou činky. Pri opakovaných polodrepopoch výskokoch sa nám nie len z praktického uhla pohľadu ukázalo, že kľúčovým bodom je ani nie tak samotný výskok ako dopad. Pri ukončení letovej fázy - pri dopade je veľmi dôležité správne technicky zafixovať driekovú časť chrbtice a bez zastavenia prejsť do nasledujúcej excentrickej kontrakcie, tak aby bolo možné akumulovať potenciálnu energiu pružnosti. Prechod z excentrickej do koncentrickej kontrakcie je potrebné realizovať pružne a v čo najkratšom čase. Toto sa probandom s nižšou hmotnosťou činky na začiatku experimentu darilo lepšie, i keď na to nemáme žiadne priame biomechanické parametre, ktoré by to dokazovali. S tým súvisí aj dokázateľne vyššia rýchlosť pohybu aj v excentrickej časti u skupiny EX2 v prvej polovici experimentu, čím môže dôjsť k efektívnejšiemu využívaniu reflexno-elastických vlastností svalovo-šľachového aparátu.

Probandi skupiny EX1 sa napriek tomu v prvej polovici experimentu tiež významne zlepšili, no vyššia hmotnosť stimulovala viac silovú zložku v porovnaní s nižšou hmotnosťou činky, s ktorou v tom čase trénovala skupina EX2, a ktorá o niečo viac stimulovala rýchlostnú



zložku. Silová zložka je lepšie a rýchlejšie trénovateľná (Keeler 2001). Zaťaženie maximálnym úsilím v snahe o čo najvyššiu rýchlosť s vyššou hmotnosťou činky pravdepodobne efektívnejšie ovplyvňuje priestorovú a časovú sumáciu motorických jednotiek (MJ), zapájajú sa do činnosti a pomalé MJ. IIX vlákna sa enzymaticky transformujú na IIA (Fleck a Kraemer 2004). Celý systém sa stáva silnejším na báze najmä neuroregulačných mechanizmov pomerne rýchlo, najmä u neskúsených netrénovaných jedincov. Z uvedeného vyplýva, že ak najskôr, v prvej polovici experimentu, stimulujeme silovú zložku (skupina EX1), po prechode k nižšej hmotnosti v druhej polovici experimentu dochádza k stagnácii rýchlosti. Probandi neboli schopní s menším vonkajším odporom výrazne zrýchliť pohyb, čím došlo k stagnácii nárastu výkonu, môžeme predpokladať, že adaptačné rezervy boli takmer vyčerpané. Naproti tomu skupina EX2 v prvej polovici experimentu o niečo viac ako EX1 stimulovala rýchlostnú zložku a po zvýšení hmotnosti činky (o 20 %) boli probandi skupiny EX2 schopní neznížiť výrazne rýchlosť pohybu pri opakovaných výskokoch, čím došlo k stimulom, ktoré vyvolali také adaptačné mechanizmy, ktoré rezultovali k výraznejšiemu celkovému nárastu úrovne Pmax. Z vyššie uvedeného možno vyvodiť záver, že rýchlostný faktor takéhoto typu silového tréningu je rozvíjateľný ťažšie a potrebuje na prejavenie aj dlhšie časové obdobie.

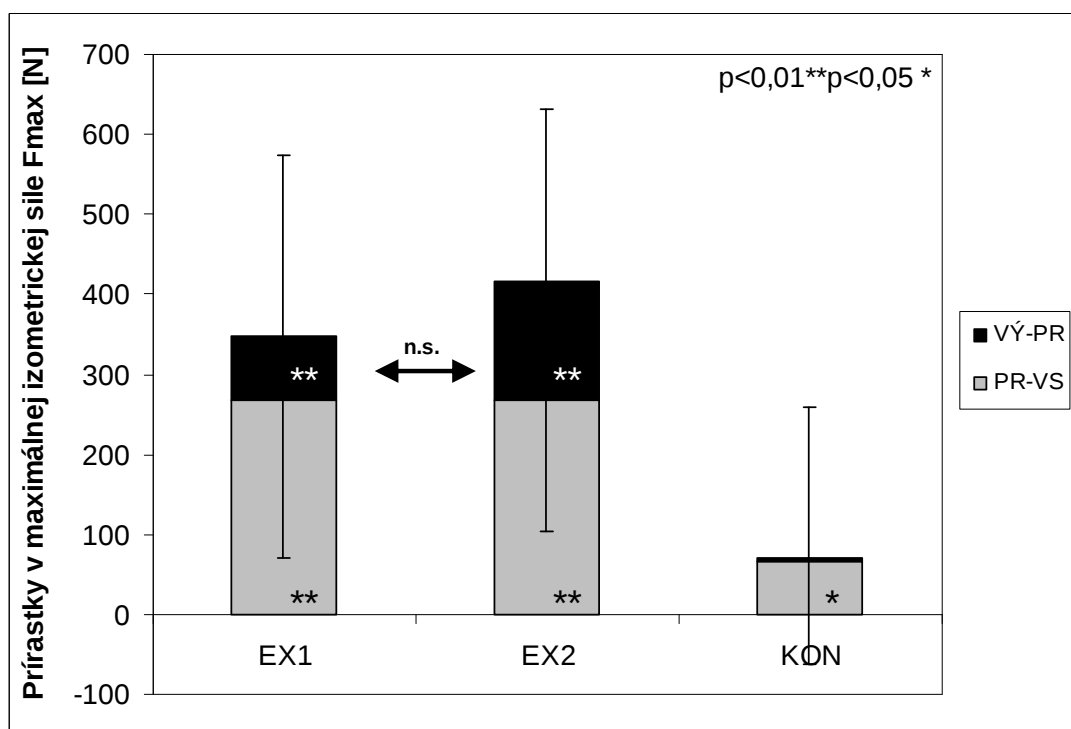


Obr. 4: Prírastky v najvyššom priemernom výkone (Pmax), priemer a smerodajná odchýlka, meraného v stupňovanej diagnostickej sérii pri cvičení polodrep výskok s pokrčením do 90° v kolennom k ľbe medzi vstupným a priebežným meraním (PR-VS) a výstupným a priebežným meraním (VÝ-PR)



Maximálna izometrická sila (F_{max}) [N]

Testovanie maximálnej izometrickej sily je vo vedách o športe, ale aj športovej praxi, realizované prostredníctvom dynamometrov v rozličných segmentoch tela, alebo aj prostredníctvom komplexných viackĺbových cvičení. Väčšina autorov sa zhoduje v tom, že izometrický režim svalovej kontrakcie nie dostatočne odráža potreby športovej praxe z hľadiska špecifickej diagnostiky a posudzovania zmien silových schopností vplyvom tréningového zaťaženia. Avšak takýto spôsob posudzovania silových schopností je vysoko spoľahlivý a preukazuje vysokú mieru závislosti s inými prejavmi silových schopností.



Obr. 5: Prírastky v maximálnej izometrickej sile (F_{max}) meranej pri cvičení polodrep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe, priemer a smerodajná odchýlka, medzi vstupným a priebežným meraním (PR-VS) a výstupným a priebežným meraním (VÝ-PR)

V našom experimente nastali v maximálnej izometrickej sile meranej prostredníctvom cvičenia polodrep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe nasledovné zmeny:

Najväčšie prírastky sme zaznamenali v prvých štyroch týždňoch experimentu. EX1 sa zlepšila z $1894,3 \pm 334,5$ N na $2161,1 \pm 387,5$ N prírastok predstavoval $266,8 \pm 195,8$ N (14 %; $p < 0,01$; obr. 5). EX2 dosiahla takmer rovnaký prírastok z $2002,6 \pm 320,5$ N na $2271,2 \pm 382,4$ N o $268,5 \pm 164,8$ N (13,4 %; $p < 0,01$) v maximálnej izometrickej sile v prvých štyroch týždňoch. To znamená, že z pohľadu účinnosti dvoch rozdielnych tréningových podnetov sme v prípade efektu na maximálne silové schopnosti medzi experimentálnymi podnetmi rozdiel nezaznamenali ($p = n.s.$), aj napriek tomu, že EX2 používala v tréningu



o 20 % menšiu hmotnosť činky. Kontrolná skupina tiež zaznamenala zlepšenie v maximálnej izometrickej sile v prvých štyroch týždňoch experimentu z $2029,9 \pm 379,5$ N na $2097,1 \pm 403,8$ N, prírastok činil $67,3 \pm 130,6$ N (3,3 %; $p < 0,05$; obr. 5). Aj napriek tomu, že KON skupina nerealizovala cielený silový tréning, príčinu zlepšenia možno hľadať minimálne v dvoch smeroch. Jedným je zlepšenie neuroregulačných mechanizmov vplyvom optimalizácie techniky realizácie testu a druhým sú iné pohybové aktivity, ktorým sa v rámci štúdia a vlastnej športovej špecializácie študenti FTVŠ počas semestra venujú.

Keďže najvýraznejšie zlepšenie neuroregulačných mechanizmov, ktoré významne ovplyvňujú prírastky v oblasti maximálnej sily, prebieha v pomerne krátkom časovom období, aj naše prírastky v druhých štyroch týždňoch už neboli také výrazné ako v prvej polovici experimentu. U EX1 bola v druhej polovici experimentu v tréningu znížená hmotnosť činky, s ktorou vykonávali tréningové zaťaženie, sme zaznamenali nárast F_{max} o $81,8 \pm 132,7$ N (4,3 %; $p < 0,01$) a u EX2, ktorá naopak trénovala s vyššou hmotnosťou činky to bolo o $147,3 \pm 161,1$ N (7,3 %; $p < 0,01$). Kontrolná skupina sa v druhej polovici experimentu nezlepšila takmer vôbec o $3,3 \pm 135,3$ N ($p = n.s.$).

Za celé 8-týždňové experimentálne obdobie došlo k nárastu maximálnej izometrickej sily u skupiny EX1 o $348,7 \pm 224,5$ N (18,4 %; $p < 0,01$), u skupiny EX2 o $415,8 \pm 214,4$ N (20,8 %; $p < 0,01$) a u kontrolnej skupiny o $70,6 \pm 189,2$ N (3,5 %; $p < 0,05$).

Významný rozdiel v prírastkoch medzi experimentálnymi skupinami sme v žiadnom z období nezaznamenali, takže obidva experimentálne podnety možno považovať za podobne účinné pokiaľ ide o rozvoj maximálne silových schopností.

Priemerný silový gradient (RFD) [$N \cdot ms^{-1}$]

Výbušná sila je jedným z najdôležitejších parametrov v štruktúrach športových výkonov. Schopnosť produkovať silu rýchlo je nevyhnutná jednak ako dôležitý ukazovateľ športovej úspešnosti (Aagaard 2002), ale aj v schopnosti predchádzať nekontaktným zraneniam (Zebis 2011). Vo väčšine športových disciplín je možné produkovať silu v trvaní do 250 ms. V skoku do diaľky je to 110–160 ms (Luhtanen a Komi 1979), v skoku do výšky 180–220 ms (Dapena & Chung, 1988) a v atletickom šprinte 80–120 ms (Kuitunen 2002). Práve z týchto dôvodov je silový gradient (RFD) parametrom, ktorý je dôležitejší z hľadiska vzťahu k športovým výkonom ako maximálne hodnoty sily, okrem športových disciplín, kde je úroveň maximálnej sily limitujúcim parametrom športového výkonu.

Testovanie silového gradientu (RFD) je obvyčajne realizované prostredníctvom dynamometrov prostredníctvom komplexných viackĺbových, ale aj izolovaných cvičení. Vieme, že izometrický režim svalovej kontrakcie nie je optimálny pre hodnotenie limitujúcich faktorov



športového výkonu, no z hľadiska špecifickej diagnostiky a posudzovania zmien silových schopností vplyvom tréningového zaťaženia je spoľahlivým parametrom a preukazuje vysokú mieru závislosti s inými prejavmi silových schopností.

Prírastky RFD prostredníctvom silového tréningu závisia od rýchlosti kontrakcie a najmä od rýchlosti prechodu z excentrickej do koncentrickej kontrakcie. Takéto typy pohybu sa uskutočňujú vo všetkých prirodzených lokomóciách a bolo preukázané, že jednou z optimalizujúcich metód prinášajúcich rýchle prírastky v RFD je plyometrická metóda. Jej dlhodobé aplikovanie však so sebou prináša aj riziko poškodenia pohybového aparátu, a práve preto sa sleduje aj vplyv intenzívneho posilňovania s rozličným dávkovaním. V našom prípade sa preukázal tiež diferencovaný vplyv experimentálnych podnetov na zmeny v úrovni priemerného RFD v závislosti od dĺžky intervalu merania silového gradientu.

V našom experimente nastali v RFD meranom prostredníctvom cvičenia podprep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe nasledovné zmeny:

RFD50

V prvých štyroch týždňoch experimentu sa EX1 zlepšila z $4,30 \pm 2,14 \text{ N.ms}^{-1}$ na $4,81 \pm 1,93 \text{ N.ms}^{-1}$ prírastok predstavoval $0,51 \pm 1,38 \text{ N.ms}^{-1}$ (11,9 %; $p = \text{n.s.}$; obr. 6). Pravdepodobne priveľká hmotnosť činky, aj napriek maximálnemu úsiliu, v tejto skupine neumožňovala najmä na začiatku experimentu realizovať prechod z excentrickej do koncentrickej kontrakcie dostatočne rýchlo na to, aby došlo k výraznému zlepšeniu. Naproti tomu v skupine EX2, ktorá na začiatku cvičila s o 20 % ľahšou hmotnosťou činky bol prírastok v RFD50 významný, z $3,71 \pm 1,88 \text{ N.ms}^{-1}$ na $4,69 \pm 1,93 \text{ N.ms}^{-1}$. To predstavovalo prírastok $0,98 \pm 1,36 \text{ N.ms}^{-1}$ (26,4 %; $p < 0,01$). Z pohľadu porovnania účinnosti dvoch rozdielnych tréningových podnetov sme v prípade efektu na zmeny v úrovni priemerného RFD50 v počiatočných milisekundách maximálnej izometrickej kontrakcie nezaznamenali medzi experimentálnymi podnetmi nepárovým t-testom štatisticky významný rozdiel ($p = \text{n.s.}$), aj napriek tomu, že EX2 používala v tréningu o 20 % menšiu hmotnosť činky a v rámci skupiny bol prírastok významný, nemožno považovať tieto dva podnety za rozdielne účinné pokiaľ ide o parameter RFD50. Kontrolná skupina nezaznamenala zlepšenie v RFD50 v prvých štyroch týždňoch experimentu, naopak zaznamenali sme nepatrné zhoršenie z $4,14 \pm 1,82 \text{ N.ms}^{-1}$ na $4,08 \pm 1,72 \text{ N.ms}^{-1}$, prírastok činil $-0,06 \pm 0,54 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p = \text{n.s.}$).

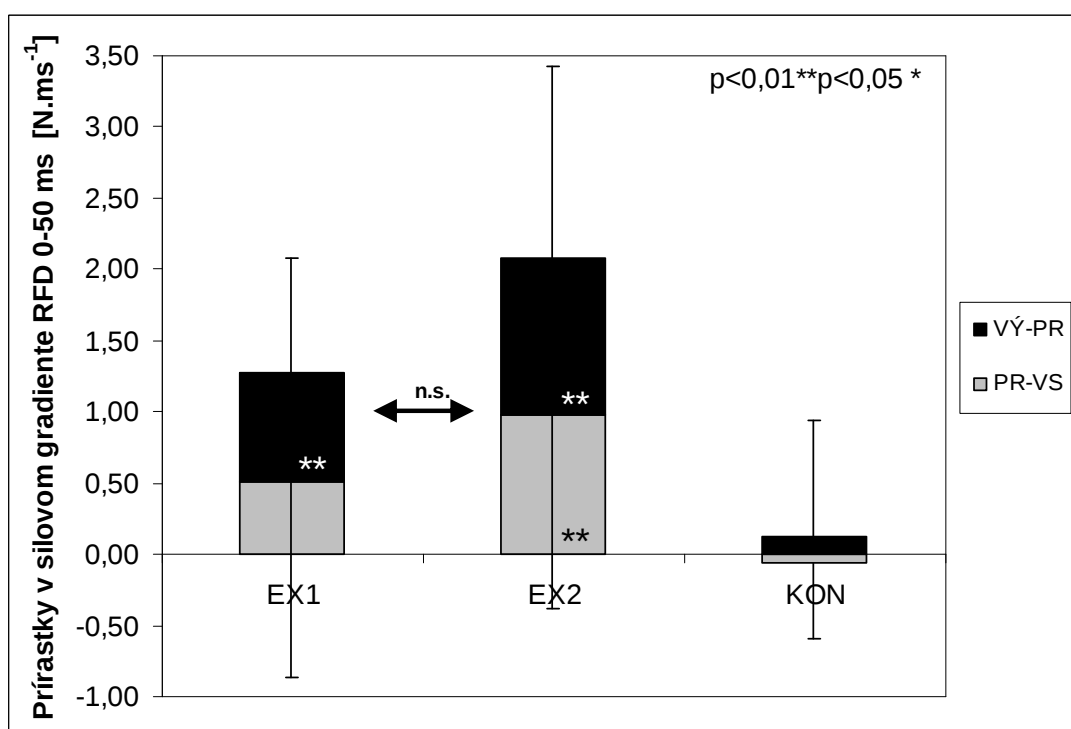
Prírastky v druhých štyroch týždňoch v RFD50 boli v absolútnych hodnotách ešte o niečo väčšie ako v prvej polovici experimentu. U EX1 bola v druhej polovici experimentu v tréningu znížená hmotnosť činky, s ktorou vykonávali tréningové zaťaženie, no napriek tomu sme zaznamenali v RFD50 ďalšie zlepšenie o $0,76 \pm 0,81 \text{ N.ms}^{-1}$ (17,7 %;



$p < 0,01$). EX2, ktorá naopak trénovala s vyššou hmotnosťou činky, sa zlepšila o $1,10 \pm 1,34 \text{ N.ms}^{-1}$ (29,6 %; $p < 0,01$). Kontrolná skupina sa v druhej polovici experimentu opäť nezlepšila takmer vôbec o $0,12 \pm 0,82 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p = \text{n.s.}$).

Za celé 8-týždňové experimentálne obdobie došlo k nárastu RFD50 u skupiny EX1 o $1,27 \pm 1,37 \text{ N.ms}^{-1}$, čo predstavuje nárast o 29,5 % ($p < 0,01$), u skupiny EX2 o $2,08 \pm 1,37 \text{ N.ms}^{-1}$ (56 %; $p < 0,01$) a u kontrolnej skupiny o $0,06 \pm 0,82 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p = \text{n.s.}$).

Významný rozdiel v prírastkoch medzi experimentálnymi skupinami sme v žiadnom z období nezaznamenali, takže obidva experimentálne podnety možno považovať za podobne účinné pokiaľ ide o rozvoj silového gradientu v prvých 50-tich milisekundách maximálnej izometrickej kontrakcie (RFD50).



Obr. 6: Rozdiely v priemernom silovom gradiente v izometrickom režime (RFD) v intervale 0-50ms od začiatku maximálnej izometrickej kontrakcie, priemer a smerodajná odchýlka, meraného pri cvičení polodrep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe, medzi vstupným a priebežným meraním (PR-VS) a výstupným a priebežným meraním (VÝ-PR)

RFD200

V prvej polovici (prvé štyri týždne) experimentu sa EX1 zlepšila z $3,57 \pm 1,39 \text{ N.ms}^{-1}$ na $4,25 \pm 1,39 \text{ N.ms}^{-1}$ prírastok predstavoval $0,68 \pm 0,62 \text{ N.ms}^{-1}$ (19 %; $p < 0,01$; obr. 7). V skupine EX2, ktorá na začiatku cvičila s o 20 % ľahšou hmotnosťou činky bol prírastok v RFD200 tiež významný, zaznamenali sme zlepšenie z $3,32 \pm 0,94 \text{ N.ms}^{-1}$ na $4,63 \pm 1,19 \text{ N.ms}^{-1}$. To predstavovalo prírastok $1,31 \pm 0,95 \text{ N.ms}^{-1}$



(39,5 %; $p < 0,01$). Účinnosť dvoch rozdielnych tréningových podnetov na zmeny v úrovni priemerného silového gradientu RFD200 bola už v prvej polovici experimentu významne rozdielna. Nepárovým t-testom bol preukázaný štatisticky významný rozdiel medzi prírastkami $0,68 \text{ N.ms}^{-1}$ u EX1 a $1,31 \text{ N.ms}^{-1}$ u EX2 ($p < 0,05$). Podobne ako v predchádzajúcom prípade aj v časovom intervale 0-200 ms od začiatku maximálnej izometrickej kontrakcie sa prejavil efekt lepšej adaptácie na zaťaženie s prídavnou hmotnosťou na úrovni 90 % Pmax. Takto je možné pri maximálnom úsilí stimulovať rýchle svalové vlákna tak, aby boli schopné vyprodukovať po perióde tréningu vyššie hodnoty sily v týchto časových intervaloch. Efektívnejšie sa prejavilo zaťaženie z nižšou hmotnosťou, ktorá umožňuje rýchlejší nástup produkcie sily počas tréningového zaťaženia. Dva periodizáciou diferencované podnety sú v prípade RFD200 rozdielne účinné, a to platí nie len pre prvú polovicu experimentu. Kontrolná skupina nevykonávajúca pravidelný silový tréning zaznamenala opäť iba nepatrné zlepšenie v RFD200 v prvých štyroch týždňoch experimentu z $3,58 \pm 1,30 \text{ N.ms}^{-1}$ na $3,73 \pm 1,30 \text{ N.ms}^{-1}$ o $0,14 \pm 0,55 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p = \text{n.s.}$).

Prírastky v druhých štyroch týždňoch v RFD200 boli v absolútnych hodnotách opäť menšie ako v prvej polovici experimentu. U EX1 bola v druhej polovici experimentu v tréningu znížená hmotnosť činky, s ktorou vykonávali tréningové zaťaženie, no napriek tomu sme zaznamenali v RFD200 ďalšie zlepšenie o $0,55 \pm 0,58 \text{ N.ms}^{-1}$ (15,4 %; $p < 0,01$). EX2 dosiahla zlepšenie o $0,59 \pm 0,85 \text{ N.ms}^{-1}$ (17,7 %; $p < 0,01$). Kontrolná skupina sa v druhej polovici experimentu nezlepšila takmer vôbec o $0,02 \pm 0,44 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p = \text{n.s.}$).

Za celé 8-týždňové experimentálne obdobie došlo k nárastu RFD200 u skupiny EX1 o $1,23 \pm 0,68 \text{ N.ms}^{-1}$ (34,5 %; $p < 0,01$), u skupiny EX2 o $1,89 \pm 0,89 \text{ N.ms}^{-1}$ (56,8 %; $p < 0,01$) a u kontrolnej skupiny o $0,17 \pm 0,60 \text{ N.ms}^{-1}$ (4,7 %; $p = \text{n.s.}$).

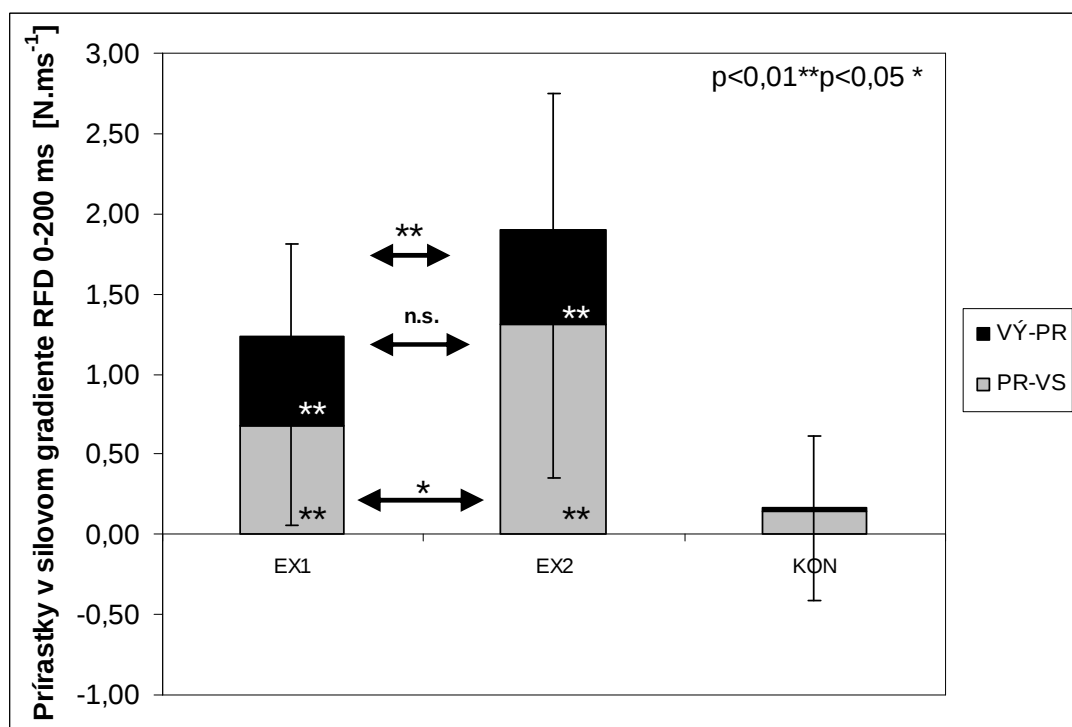
Nepárovým t-testom sme zaznamenali významný rozdiel v prírastkoch medzi experimentálnymi skupinami, a to v prvých štyroch týždňoch a za celé obdobie experimentu (8-týždňov), takže možno aj v tomto prípade rozličný systém zvyšovania zaťaženia v 8-týždňovom mezocykle považovať za rozdielne účinný pokiaľ ide o rozvoj silového gradientu v intervale 0-200 ms od začiatku maximálnej izometrickej kontrakcie. EX2 dosiahla štatisticky významne vyšší prírastok v RFD200 v porovnaní s priemerným prírastkom skupiny EX1 za prvé 4 týždne $1,31$ vs. $0,68 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p < 0,05$). Počas druhých štyroch týždňov to bol prírastok EX2 $0,59 \text{ N.ms}^{-1}$ a u EX1 $0,55 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p = \text{n.s.}$). Za celých 8 týždňov EX2 dosiahla prírastok $1,89 \text{ N.ms}^{-1}$, zatiaľ čo EX1 $1,23 \text{ N.ms}^{-1}$. Rozdiel v prírastkoch bol $0,66 \text{ N.ms}^{-1}$ v prospech skupiny EX2 ($p < 0,01$). Experimentálny podnet s postupným zvyšovaním veľkosti odporu (EX2), pri maximálnom úsilí o čo najrýchlejšie vykonanie opakovaných polodrepov výskokov, možno považovať za efektívnejší pokiaľ ide



o rozvoj silového gradientu v prvých 200 milisekundách maximálnej izometrickej kontrakcie.

Na úroveň RFD vplýva viacero fyziologických mechanizmov, medzi ktoré patria: relatívna proporcionalita rýchlych a pomalých svalových vlákien (Harridge 1996), veľkosť pričného prierezu svalových vlákien (Aagaard 2003), viscoelastické vlastnosti svalovo-šľachového komplexu (Bojsen-Moller 2005) a rýchlosť prenosu vzruchov eferentnými nervovými dráhami do svalových vlákien (Aagaard 2002).

Na základe posledných výskumov bolo preukázané, že tieto mechanizmy sa podieľajú na úrovni RFD diferencovane v závislosti od intervalu merania RFD. Na úroveň RFD v prvých milisekundách kontrakcie vplývajú vnútorné kontraktilné vlastnosti svalových vlákien definované ako tzv. elektricky evokované vláknové RFD, zatiaľ čo s narastajúcim časom trvania RFD sa zvyšuje podiel prínosu maximálne silových schopností na produkcii silového gradientu (Andersen a Aagaard 2006).



Obr. 7: Rozdiely v priemernom silovom gradiente v izometrickom režime (RFD) v intervale 0-200ms, priemer a smerodajná odchýlka (s), meraného pri cvičení polodrep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe, medzi vstupným a priebežným meraním (PR-VS) a výstupným a priebežným meraním (VÝ-PR)

Je tiež známe, že intenzívny maximálne silový tréning je spojený skôr s nárastom 1RM alebo maximálne silových schopností. Takýto tréning znižuje proporcionalitu vlákien s ťažkými myozínovými reťazcami typu IIX, ktoré sa podieľajú na produkcii RFD v prvých milisekundách svalovej kontrakcie (Haridge 2007). V tomto kontexte bola realizovaná

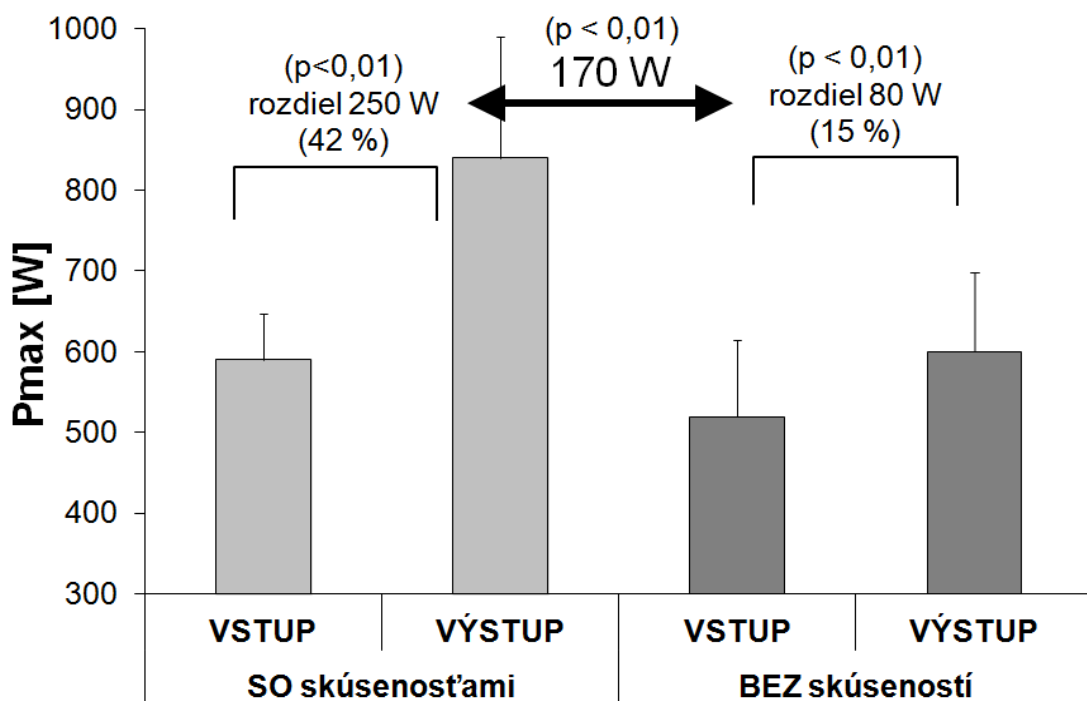


tréningová štúdia (Andersen 2010) na netrénovaných dospelých mužoch so sedavým zamestnaním. 14 týždňový tréningový program (38 tréningových jednotiek) bol realizovaný v súčasnosti často používanou periodizáciou od 12 RM smerom k zvyšovaniu hmotnosti vonkajšieho odporu (6RM). Podobne ako v našom prípade aj tu boli preukázané diferencované efekty silového tréningu na RFD v prvých milisekundách v porovnaní s priemernými hodnotami RFD v intervale 0-200 ms od začiatku maximálnej silovej kontrakcie. Spolu so zvýšením maximálnej sily došlo k zvýšeniu RFD v neskorších intervaloch a stagnácii alebo poklesu RFD v prvých 50 milisekundách od začiatku maximálnej izometrickej kontrakcie.

Ako závisia zlepšenia od predchádzajúcich skúseností so silovým tréningom?

Z výsledkov tiež vyplynulo, že probandi ktorí mali predchádzajúce skúsenosti so silovým tréningom dosiahli významne vyššie prírastky najmä v rýchlostno-silových schopnostiach Pmax a RFD 50, v porovnaní s probandami, ktorí tieto skúsenosti nemali. Z anamnéz vyplynulo, že išlo prevažne o probandov, ktorí absolvovali minimálne v priebehu predchádzajúcich dvoch rokov opakovane mezocykly silového tréningu zamerané na rozvoj svalovej topografie (objemový silový – kulturistický tréning) s odpormi nad 70 % 1RM v počte opakovaní v sérii cca 10.

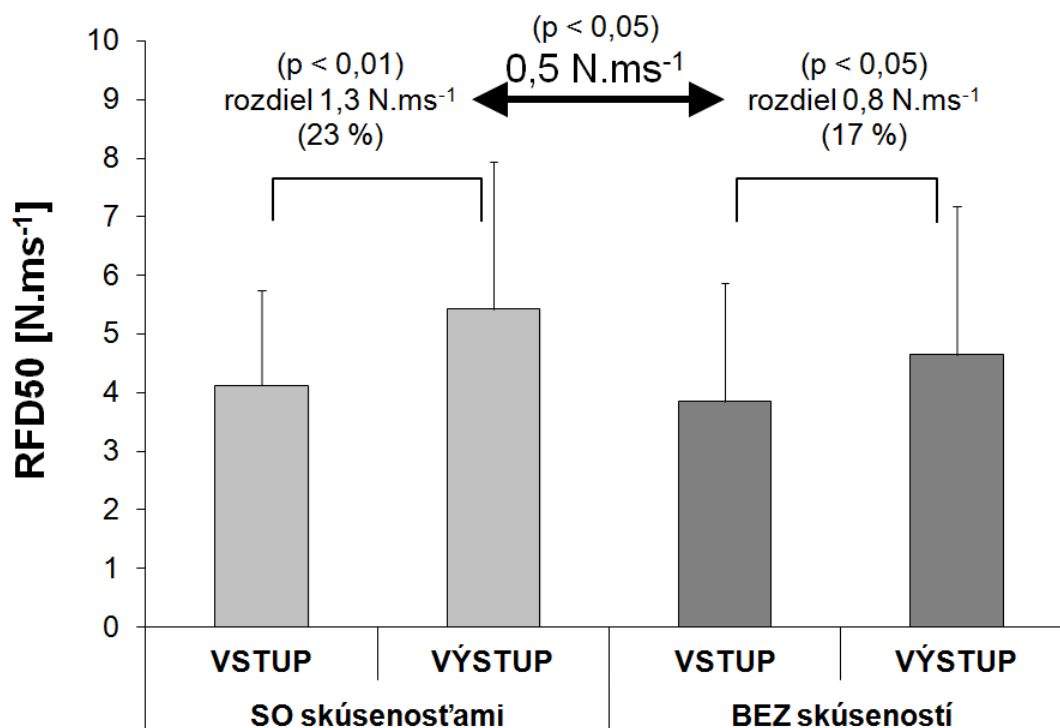
Pre parameter Pmax to boli celkové prírastky 250 vs. 80 W ($p < 0.01$) v prospech probandov s predchádzajúcimi skúsenosťami (~ 42 vs. 15 %, obr. 8).



Obr. 8: Prírastky (priem $\pm$ sd) Pmax za celých 8 týždňov tréningu v závislosti od predchádzajúcich skúseností so silovým tréningom.



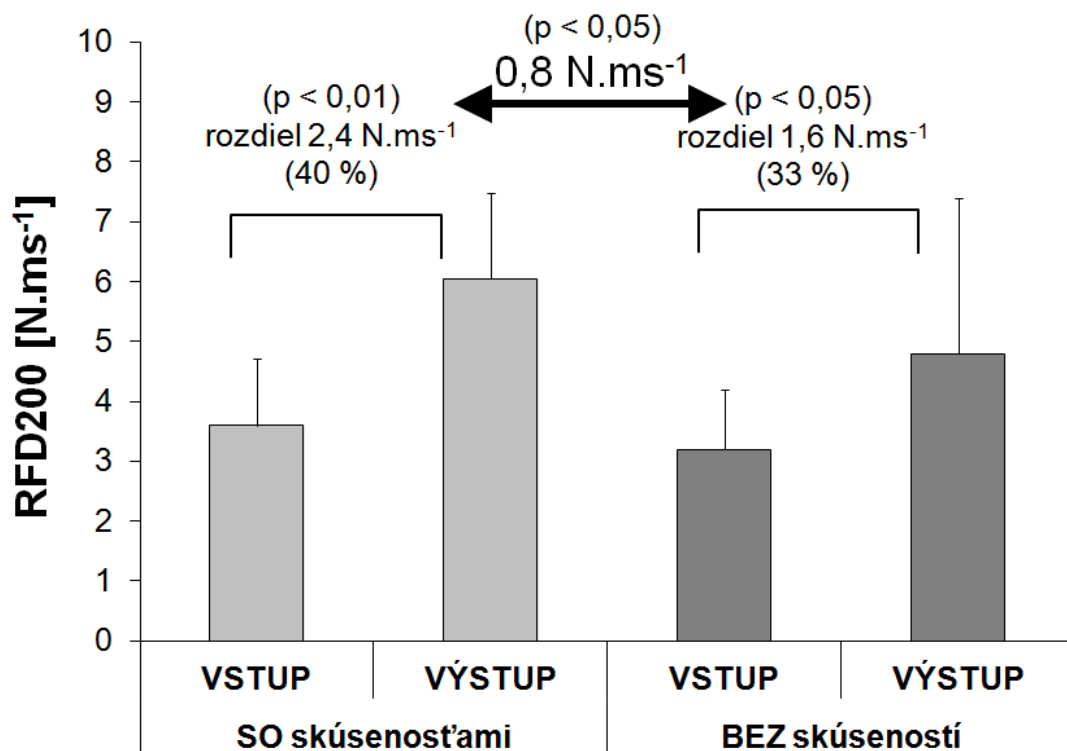
V RFD50 sa zlepšili probandi so skúsenosťami so silovým tréningom o 1,3 vs. 0,8 N.ms⁻¹ (p<0.05), čo v relatívnych hodnotách predstavovalo zlepšenia o ~ 23 vs. 17 % (obr. 9).



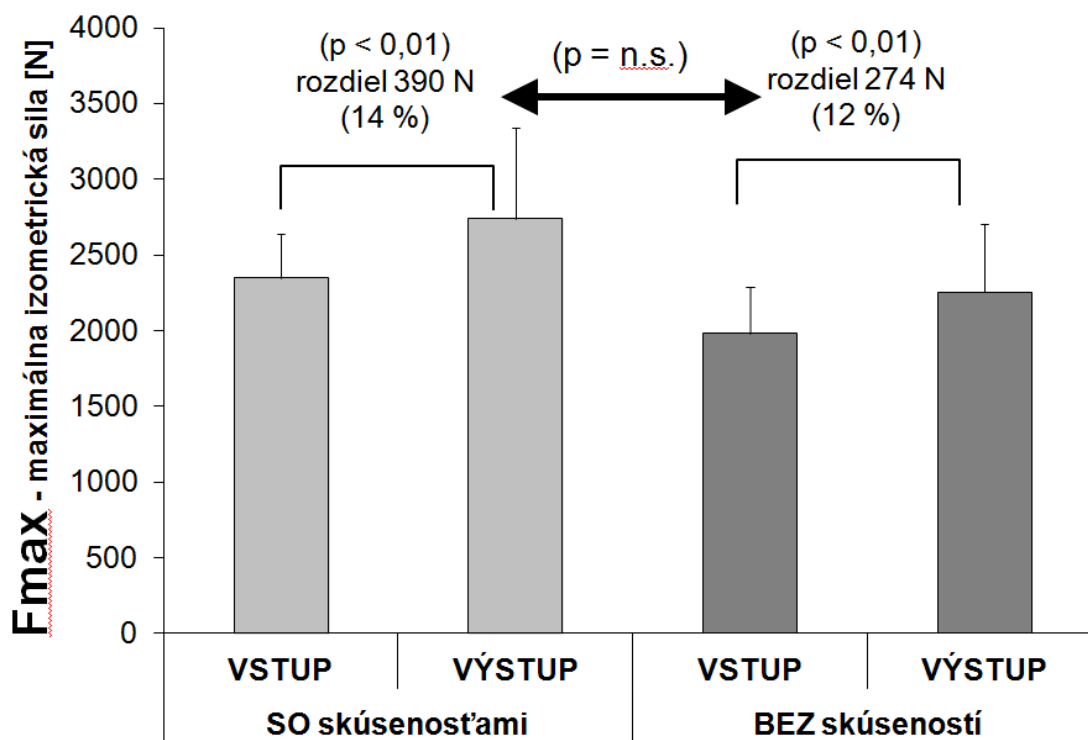
Obr. 9: Prírastky (priem±sd) priemerného silového gradientu v intervale 0-50 ms od začiatku maximálnej izometrickej kontrakcie (RFD50) za celých 8 týždňov tréningu v závislosti od predchádzajúcich skúseností so silovým tréningom.

V RFD200 to bolo o 2,4 vs. 1,6 N.ms⁻¹(p<0.01) čo je ~ 40 vs. 33 % (obr. 10).

V Fmax sa rozdiely v prírastkoch v závislosti na predchádzajúcich skúsenostiach so silovým tréningom neukázali ako významné 14 vs. 12 % (p=n.s. obr. 11).



Obr. 10: Prírastky (priem $\pm$ sd) priemerného silového gradientu v intervale 0-200 ms od začiatku maximálnej izometrickej kontrakcie (RFD50) za celých 8 týždňov tréningu v závislosti od predchádzajúcich skúseností so silovým tréningom.



Obr. 11: Prírastky (priem $\pm$ sd) F_{max} - maximálnej izometrickej sily za celých 8 týždňov tréningu v závislosti od predchádzajúcich skúseností so silovým tréningom.



ZÁVERY

Experimentálne podnety (opakované polodrepy výskoky s činkou vzadu na ramenách) boli realizované v počte opakovaní 32 v každej tréningovej jednotke no s rozdielnou veľkosťou odporu a rozdielnym počtom sérií. Frekvencia zaťaženia bola 3 krát týždenne počas 8-mich týždňov. Kľúčovým a zároveň aj originálnym prvkom experimentu bolo udržanie intenzity zaťaženia nad 90 % z aktuálneho P_{max} , čo sme kontrolovali v tréningu pomocou zariadenia FitroDyne.

Experimentálne podnety v obidvoch skupinách boli účinné na zmeny vybraných ukazovateľov pohybovej výkonnosti. Zaznamenali sme výrazné, štatisticky významné prírastky vo všetkých sledovaných premenných.

V najvyššom priemernom výkone meranom v stupňovanej diagnostickej sérii (**P_{max}**) to bolo u skupiny **EX1 po prvých 4 týždňoch**, kedy realizovala zaťaženie s hmotnosťou činky na úrovni P_{max} (8x4 opakovania), zlepšenie o **11,6 % ($p<0,01$)** a u skupiny **EX2** trénujúcou s o 20 % nižšou hmotnosťou činky (4x8 opakovaní) to bolo zlepšenie o **20,8 % ($p<0,01$)**. **Rozdiel v prírastkoch bol v absolútnych hodnotách v tomto období 68 W v prospech skupiny EX2 ($p<0,05$)**. V druhej polovici mezocyklu, keď si skupiny vymenili systematiku zaťažovania už k výrazným zmenám v najvyššom priemernom výkone v cvičení polodrep výskok nedošlo ani v jednej zo skupín. **Celkový prírastok** za celých 8-týždňov činil u skupina **EX1 $97,3\pm63,9$ W (13,6 %; $p<0,01$)** a u **EX2 $190,9\pm106,1$ W (26,4 %; $p<0,01$)**. **Rozdiel v prírastkoch** medzi experimentálnymi skupinami bol za celé obdobie experimentu **93,6 W ($p<0,01$) v prospech skupiny EX2**. Pokiaľ ide o zvyšovanie P_{max} pri cvičení polodrep výskok je efektívnejšie v 8-týždňovom mezocykle použiť periodizáciu s postupným zvyšovaním veľkosti vonkajšieho odporu (EX2).

V maximálnej izometrickej sile (**F_{max}**) meranej prostredníctvom cvičenia polodrep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe sme zaznamenali najvýraznejšie zmeny v **prvých štyroch týždňoch experimentu**. **EX1 sa zlepšila o 14 % a EX2 o 13,4 % ($p<0,01$)**. Aj kontrolná skupina zaznamenala zlepšenie o 3,3 % ($p<0,05$). V druhej polovici experimentu v tréningu znížená hmotnosť činky, s ktorou vykonávali tréningové zaťaženie, sme zaznamenali nárast F_{max} o $81,8\pm132,7$ N (4,3 %; $p<0,01$) a u EX2, ktorá naopak trénovala s vyššou hmotnosťou činky to bolo o $147,3\pm161,1$ N (7,3 %; $p<0,01$; tab. 6.8; obr. 6.31). **Za celé 8-týždňové** experimentálne obdobie došlo k nárastu F_{max} u **EX1 o $348,7\pm224,5$ N (18,4 %; $p<0,01$)**, u **EX2 o $415,8\pm214,4$ N (20,8 %; $p<0,01$)** a u kontrolnej skupiny o $70,6\pm189,2$ N (3,5 %; $p<0,05$). Významný rozdiel v prírastkoch medzi experimentálnymi skupinami sme v žiadnom z období nezaznamenali, takže obidva podnety boli z pohľadu F_{max} podobne účinné.



V priemernom silovom gradiente (**RFD**) meranom prostredníctvom cvičenia polodrep s pokrčením 90° v kolennom kĺbe v izometrickom režime nastali nasledovné zmeny:

V **RFD50** sa **prvých štyroch týždňoch** experimentu **EX1 zlepšila o 11,9 % ($p=n.s.$)**, **EX2 o 26,4 % ($p<0,01$)**. Prírastky v **druhých štyroch týždňoch** v RFD50 boli ešte o niečo väčšie ako v prvej polovici experimentu. **U EX1 17,7 % a u EX2 29,6 % ($p<0,01$)**. Za celé 8-týždňové experimentálne obdobie došlo k nárastu RFD50 u skupiny **EX1 o $1,27\pm 1,37 \text{ N.ms}^{-1}$ (29,5 %; $p<0,01$)**, u skupiny **EX2 o $2,08\pm 1,37 \text{ N.ms}^{-1}$ (56 %; $p<0,01$)** a u kontrolnej skupiny o $0,06\pm 0,82 \text{ N.ms}^{-1}$ ($p=n.s.$). Významný rozdiel v prírastkoch medzi experimentálnymi skupinami sme v žiadnom z období nezaznamenali, to znamená, že boli rovnako účinné.

V **RFD200** sa **prvej polovici** experimentu **EX1 zlepšila o 19 % ($p<0,01$)** a **EX2 o 39,5 % ($p<0,01$)**. Medzi prírastkami $0,68 \text{ N.ms}^{-1}$ u EX1 a $1,31 \text{ N.ms}^{-1}$ u EX2 **bol preukázaný štatisticky významný rozdiel ($p<0,05$)**. Prírastky v druhých štyroch týždňoch boli u EX1 15,4 % ($p<0,01$) a u EX2 17,7 % ($p<0,01$). Za celé 8-týždňové experimentálne obdobie došlo k nárastu RFD200 u skupiny EX1 o $1,23\pm 0,68 \text{ N.ms}^{-1}$ (34,5 %; $p<0,01$), u skupiny EX2 o $1,89\pm 0,89 \text{ N.ms}^{-1}$ (56,8 %; $p<0,01$) a u kontrolnej skupiny o $0,17\pm 0,60 \text{ N.ms}^{-1}$ (4,7 %; $p=n.s.$). EX2 dosiahla celkový prírastok $1,89 \text{ N.ms}^{-1}$, zatiaľ čo EX1 $1,23 \text{ N.ms}^{-1}$. **Rozdiel v prírastkoch bol $0,66 \text{ N.ms}^{-1}$ v prospech skupiny EX2 ($p<0,01$)**. Experimentálny podnet s postupným zvyšovaním veľkosti odporu (EX2), pri maximálnom úsilí o čo najrýchlejšie vykonanie opakovaných polodrepov výskokov, možno považovať za efektívnejší pokiaľ ide o rozvoj silového gradientu v prvých 200 milisekundách maximálnej izometrickej kontrakcie.

Do športovej praxe na základe našich výsledkov odporúčame **pri dlhších mezocykloch a u začiatočníkov začínať tréning rýchlostno-silového charakteru s nižšou veľkosťou vonkajšieho odporu. Nie však priveľmi malou, tak aby bolo dosiahnutých cca 90 % z Pmax.** Dôležité je obmedziť realizovanie takých opakovaní, ktoré sú pod touto hranicou intenzity, v opačnom prípade je tréning menej efektívny. Neúčinné opakovania zbytočne zvyšujú prejavy únavy, čím sa môže negatívne narušiť celý proces adaptácie. Na zabezpečenie kontroly intenzity odporúčame použiť dostupné diagnostické zariadenia (FitroDyne) aj v tréningu.

Do ďalších výskumov odporúčame sledovať efekty rozličných periodizácií aj dlhšie obdobia. **Potrebné je dôsledne kontrolovať intenzitu zaťaženia ako kľúčový metodotvorný činiteľ.**

Problémom ostáva slabá komplexnosť použitých postupov zaťaženia pri vedeckých výskumoch. Ak chceme metodologicky čo najobjektívnejšie preukazovať efekty istých typov zaťažovania, väčšinou je nevyhnutné



použiť izolovane jeden model, prostriedok, prípadne metódu. Ak použijeme v praxi zaužívané kombinácie, je vedecky veľmi zložité preukazovať efekt konkrétneho postupu či metódy.

Zaujímavým sa javí porovnanie efektov rýchlostno-silového tréningu u trénovaných a netrénovaných jedincov. V tomto výskume sme preukázali **významnejšie prírastky rýchlostno-silových schopností (Pmax, RFD), a to u jedincov z predchádzajúcimi skúsenosťami s hypertrofickým tréningom.**

Ďalšou zaujímavou oblasťou, ktorú odporúčame na základe výskumných sledovaní a skúseností z praxe sledovať, sú efekty vyhasínania nadobudnutých zručností a schopností. Aj z pohľadu športovej praxe je dôležité sledovať obdobia „detréningu“, keď nie je pravidelne a systematicky pristupované k rozvoju rýchlostno-silových schopností, pretože jednotlivé ukazovatele majú rozličnú tendenciu k poklesu ich úrovne v čase. Tieto poznatky by mohli prispieť k optimalizácii modelovania zaťaženia v kondičnom tréningu.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

Aagaard, P. 2003. Training-induced changes in neural function. *Exerc Sp. Sci. Rev.*, Vol. 31, pp. 61–67.

Aagaard, P., et al. 2002. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, Vol. 93, pp. 1318-1326.

Andersen, L. L., Aagaard, P. 2006. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol.*, Vol. 96, pp. 46–52.

Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., Aagaard, P. 2010. Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scand J Med Sci Sports*, Vol. 20, pp. 162–169.

Bojsen-Moller, J., Magnusson, S. P., Rasmussen, L. R., Kjaer, M., Aagaard, P. 2005. Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. *J Appl Physiol*, Vol. 99. No. 3, pp. 986–994.

Dapena, J., Chung, C. S. 1988. Vertical and radial motions of the body during the take-off phase of high jumping. *Med Sci Sports Exerc.*, 1988, Vol. 20, pp. 290–302.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. 2004. Designing resistance training programs. *Human Kinetics*, 3rd ed. 377 p. ISBN 0-7360-4257-1.



Gruber, M., Gollhofer, A. 2004. Impact of sensorimotoric training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 92, No. 1-2, pp. 98-105.

Hanus, P. 2009. *Účinnosť rozvoja silových schopností diferencovanými podnetmi*. Doktorandská dizertačná práca, Univerzita Komenského, Bratislava, 113 s.

Harridge, S. D. 2007. Plasticity of human skeletal muscle: gene expression to in vivo function. *Exp. Physiol.*, Vol. 92, pp. 783–797.

Häkkinen, K., Komi, P. V., Kauhanen, H. 1986. Electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles of elite weight lifters during isometric, concentric, and various stretch-shortening cycle exercises. *International journal of sportsmedicine*. Vol. 7, No. 3, pp. 144-151.

Keeler, L. K., Finkelstein, L. H., Miller, W., Fernhall, B. 2001. Early-phase adaptations of traditional- speed vs. super slow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 15, No. 3, pp. 309 - 314.

Kuitunen, S., Komi, P. V., Kyrolainen, H. 2002. Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Med Sci Sports Exerc.*, Vol. 166–173.

Luhtanen. P., Komi, P. V. 1979. Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. *Eur J. Appl Physiol Occup Physiol.*, Vol. 41, pp. 267–274.

Mihalík, T. 2012. *Vplyv protipohybu pri výbušnom posilňovaní v tlaku na vodorovnej lavičke na vybrané parametre rýchlostno-silových schopností*. Dizertačná práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu, 91 p.

Novosád, A. 2012. *Optimalizácia rozvoja silových schopností z hľadiska využitia pružinových systémov pohybového aparátu*. Dizertačná práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu, 100 p.

Vanderka, M., Kampmiller, T., Mihalík, T., Novosád, A., Cvečka, J., Hamar, D. 2010. Adaptation effects of explosive weight training with vs. without counter-movement. In: *7th International Conference on Strength Training*. Bratislava, 28.-30.10.2010, pp. 207-208. ISBN 978-80-89460-02-1.

Zebis, M. K., Andersen, L. L., Ellingsgaard, H., Aagaard, P. 2011. Rapid hamstring/quadriceps force capacity in male vs. female elite soccer players. *J Strength Cond Res*, Vol. 25, pp.1989–1993.



2.2

ŠKOLA DREPU II.

- teoretické východiská uplatnenia drepu v pohybovej a v kondičnej príprave -

**Gabriel Buzgó^{*1,4}, Adrián Novosád,^{*2}, Iveta Cihová,^{*2},
Peter Keszegh^{*3}, Gabriel Sillík^{*3}, Mário Titurus^{*3}**

^{*1}Katedra športovej kinantropológie,

Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

^{*2}Katedra atletiky,

Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

^{*3}Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

^{*4}Komisia vzdelávania SZV

Mgr. Gabriel Buzgó, PhD. (*1983) - pôsobí ako odborný asistent na FTVŠ UK v Bratislave, je členom komisie vzdelávania Slovenského zväzu vzpierania. Je garantom vzdelávania trénerov vzpierania 1. až 3. stupňa SZV. Zabezpečuje vyučovanie povinného predmetu základy prvej pomoci a povinne voliteľného predmetu vzpieranie a príprava a vedenie jednotlivca v súťaži - vzpieranie. Pôsobí ako tréner vzpierania a vzpieračských techník. Je tvorcom projektov „Škola Drepu“ a „Škola Vzpierania“.

Mgr. Adrián Novosád, PhD. (*1984) - pôsobí ako odborný asistent na FTVŠ UK v Bratislave. Zabezpečuje vyučovanie povinného predmetu atletika a povinne voliteľného predmetu rozvoj rýchlostno-silových schopností na čo sa vzťahuje aj jeho vedecko-výskumná činnosť. Pôsobí ako kondičný tréner a tréner atletiky. V rámci športového tréningu v atletike sa špecializuje na prekážkové behy a na viacboje.

Mgr. Iveta Cihová, PhD. (*1974) - absolventka FMFI UK v Bratislave v študijnom programe učiteľstvo matematiky a telesnej výchovy. Pôsobí ako odborná asistentka na FTVŠ UK v Bratislave. Zabezpečuje vyučovanie povinných predmetov základy metodológie výskumu, metódy pedagogického výskumu, športová metrológia, seminár k bakalárskej práci a základná atletika.

Bc. Peter Keszegh (*1989) - študent II. stupňa vysokoškolského štúdia na FTVŠ UK v Bratislave v odbore šport a zdravie. Na výkonnostnej úrovni sa venuje športovým disciplínam futbal a vzpieranie. Aktívne sa podieľa na riešení projektu „Škola Drepu“.

Bc. Gabriel Sillík (*1992) - študent II. stupňa vysokoškolského štúdia na FTVŠ UK v Bratislave v odbore šport a zdravie a učiteľstvo telesnej výchovy. Na výkonnostnej úrovni sa venuje športovej disciplíne atletika. Aktívne sa podieľa na riešení projektu „Škola Drepu“.

Mgr. Mário Titurus (*1989) - absolvent FTVŠ UK v Bratislave so špecializáciou kondičný tréner. Momentálne je študentom tretieho ročníka bakalárskeho stupňa štúdia na Inštitúte fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave. Zameriava sa na prevenciu úrazov pohybového aparátu v kondičnej príprave športovcov a športovú traumatológiu.



Cieľom príspevku je poukázať na možnosti zvýšenia úrovne silových schopností dolných končatín prostredníctvom skvalitnenia spôsobu vykonania vybraného tréningového prostriedku a zároveň determinovať tréningové premenné pri intenzifikácii a optimalizácii zaťaženia v silovej príprave. Výstupy výskumných sledovaní by mali doplniť východiskové informácie pri uplatnení drepu v pohybovej a kondičnej príprave v intenciách rozvoja silových schopností.

2.2.1 ZMENY PARAMETROV SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ VPLYVOM KRÁTKODOBÉHO POHYBOVÉHO PROGRAMU NÁCVIKU HLBOKÉHO DREPU

Sledovaním vplyvu krátkodobého pohybového programu nácviku hlbokého drepu, bez cieleného rozvoja kondičných schopností na parametre silových schopností, sme chceli zistiť možnosti ovplyvnenia úrovne sily prostredníctvom osvojenia vybranej pohybovej zručnosti. Výsledkami výskumu by sme chceli poukázať na významnosť úlohy technickej prípravy z hľadiska správnej realizácie pohybu, prevencie zranení a pri výbere alternatív zlepšenia úrovne vybranej pohybovej schopnosti. Predpokladali sme, že nácvik pohybu, zvýšenie úrovne zvládnutia pohybovej úlohy a využitie adaptačných procesov na neuroregulačnej úrovni prispievajú k progresu vybranej pohybovej schopnosti. Funkčný tréning takéhoto charakteru by mohol prispieť jednak k zlepšeniu techniky drepu (čo má opodstatnenie v prevencii zranení) a zároveň k rozvoju schopnosti, ktorý vytvára predpoklad okrem iného aj pri zvládnutí bežných činností života.

PROBLÉM

Okrem neuromuskulárnych faktorov svalovej sily, ktoré uvádza Vanderka (2013), podľa Fry et al., (1994) zaraďujú Lehnert-Novosad (2010) zvládnutie techniky medzi faktory ovplyvňujúce svalovú silu. Definujú funkčný tréning sily ako tréning, v ktorom dochádza k optimalizácii svalových funkcií v pohybových štruktúrach. Takáto príprava je v podstate zameraná na tréning pohybu a nie svalov. Vyzdvihujú, že východiskom stanovenia obsahu tréningu je znalosť kinematických reťazcov, t.j. skupín svalov a kĺbov spolupracujúcich na zabezpečení pohybu.

Neumann et al. (2007) konštatujú, že zmeny, ktoré nastanú v procese adaptácie prebiehajú na štyroch stupňoch, medzi ktoré zaraďujú aj zmeny v pohybovom programe a optimalizáciu činnosti nervovo-svalového aparátu. Podľa autorov v prvom stupni sú eliminované nadbytočné, sprevádzajúce pohyby, čím je výrazne zvýšená ekonomika vlastného pohybu. Prestavba špeciálnej športovej motoriky trvá približne 10 dní. Prírastky sily na začiatku silovej prípravy sa dajú



pripisovať neuroregulačným procesom, medzi ktoré zaraďujeme aj vnútro svalovú a medzisvalovú koordináciu. Športovec musí mať automatizovanú správnu techniku daného cvičenia, aby sa celou vôľou mohol sústrediť na vyprodukovanie potrebnej sily (Lehnert-Novosad, 2010). Zlepšenie motorických zručností a koordinácie svalových skupín zapojených do činnosti, môžu signifikantne prispieť k rozvoju sily popri zmenám v neuromuskulárnej aktivácii (Zatsiorsky-Kraemer, 2006).

Drep je považovaný za komplexný tréningový prostriedok rozvoja sily dolných končatín. Podľa Dylevského (2009) má dolná končatina z hľadiska kineziológie tri segmenty (pletenec dolnej končatiny a bedro, oblasť kolena, členok a chodidlo). Zjednodušene sa dá teda povedať, že drep sa realizuje v troch kĺboch, a to v bedrovom, kolennom a členkovom kĺbe. V skutočnosti je však do činnosti zapojená aj chrbtica a v závislosti od použitia tréningového náčinia aj ostatné segmenty tela. Okrem činnosti zapojených svalov uvádza autor aj osobitosti kĺbových štruktúr. Flexia kolenného kĺbu, ktorá je asi najviac sledovaná pri drepe, je vykonaná rotačným, valivým a kĺzavým pohybom. Vychádza to z nerovnakej veľkosti kĺbových plôch a ostatných štruktúr. Spôsob realizácie pohybu (drep) a vzájomné postavenie segmentov značne ovplyvňujú zaťaženie kĺbov.

Využitelnosť drepu má viac rozmerov. Fehér (2006) uvádza, že drep je nezameniteľný tréningový prostriedok vo vzpieraní tak v rozvoji silových schopností dolných končatín, ako aj súčasť pohybovej štruktúry súťažných disciplín. Môže byť použitý ako prostriedok rozvoja a aj ako prostriedok technickej prípravy. Buzgó et al. (2012) zaraďujú základné verzie drepu (drepy vzadu, drepy vpredu) medzi špeciálne silové tréningové prostriedky vo vzpieraní. Na druhej strane sa stretávame s využitím drepu aj vo fyzioterapii. Kolář (2010), Kolář-Šafářová (2010) uvádzajú drep ako modifikovanú polohu pri nácviku hlbokkej posturálnej stabilizácie chrbtice a ako test pri vyšetrení pohybovej sústavy.

Predmetom výskumov ostáva sledovanie rôznych parametrov silových schopností a biomechanických ukazovateľov v závislosti od rozsahu pohybu, rýchlosti vykonania a prítomnosti letovej fázy na konci koncentrickej fázy pohybu. Výsledky prezentované autormi Tihanyi (1998), Vanderka et al. (2012) prezentujú rôzne hodnoty maximálnej izometrickkej sily a silového gradientu v izometrickom režime v závislosti od uhla pokrčenia v kolennom kĺbe. Rôzne hodnoty mechanickej práce a mechanického výkonu boli prezentované v dynamických podmienkach pohybu v závislosti od rozsahu pohybu (Tihanyi, 1998; Vanderka et al. 2012). Často krát kritizovaný rozsah pohybu väčší ako 90° bol vyvrátený autormi (Zawieja, 2008 a Vanderka et al. 2012), ktorí potvrdili, že práve polodrep charakterizovaný pokrčením v rozsahu 90° predstavuje kritický bod z hľadiska preťaženia kolenného kĺbu.

Ako ďalšie východisko pri našej práci sme volili odporúčania autorov Buzgó-Novosád (2013), ktorí popisujú správnu techniku drepu



tzv. „desatorom školy drepu“. Ako záverečnú myšlienku uvádzajú, že iba technicky dokonale zvládnutý tréningový prostriedok môže byť použitý v procese rozvoja pohybových schopností a pri zvyšovaní výkonnosti športovca.

Medzi najviac frekventované parametre silových schopností sú uvádzané **jednorazové a viacrázové maximum** (1RM, XRM). Tihanyi (1998) definuje 1RM ako hmotnosť, ktorou športovec dokáže vykonať pohyb, ktorú vie zdvihnúť a ako veľkosť odporu s ktorým dokáže úspešne vykonať konkrétne cvičenie jeden krát. **Izometrické maximum (ISOmax)** ako ukazovateľ maximálnej sily sa nerovná veľkosti 1RM. V závislosti od cvičenia môže byť rozdiel až 10-40% v prospech izometrie (Tihanyi, 1998). Maximálna sila v statickom režime je teda vždy väčšia, ako v dynamickom, lebo teoreticky je možné zabezpečiť aktiváciu všetkých motorických jednotiek, resp. všetky myozínové spojenia sú schopné vyvinúť silu naraz. Toto sa v dynamických podmienkach nemôže uskutočniť, lebo dochádza k skráteniu svalového vlákna. **Gradient sily (RFD)** ako ukazovateľ rýchlej a výbušnej sily sa bežne hodnotí v izometrickom režime práce. Schickhofer-Cvečka (2011) definujú gradient sily ako silu, ktorú jedinec je schopný vyvinúť v stanovenom časovom intervale. Jeho hodnota je podľa Vanderku (2013) daná „trvaním, maximálnou silou a strmosťou silovej krivky“. Práve od schopnosti nervovo-svalového aparátu človeka vyvinúť silu čo najrýchlejšie závisí, či je človek schopný obnoviť stratu rovnováhy po zakopnutí (Vanderka, 2013 podľa Zemková-Hamar, 2010). Ukazovateľom rýchlostno-silových schopností v dynamickom režime práce je **mechanický výkon (P, Pmean, Pmax)**, ktorý podľa Schickhofera (2003) predstavuje súčin sily a rýchlosti a vyjadruje podľa Tihanyiho (1999) schopnosť rýchlej sily. Vanderka-Kampmiller (2012) uvádzajú, že ak vzťahujeme najvyššiu hodnotu výkonu k dynamickému maximu, môžeme vyčíslieť vzťah 50-60% z 1RM (s poznámkou, že to platí len pre vybrané cvičenia). Tihanyi et al. (2003) tvrdia, že svaly sú schopné vyprodukovať najväčší mechanický výkon pri veľkosti odporu na úrovni 25-40% maximálnej statickej sily. Túto skutočnosť definoval aj Vanderka (2013) podľa Ehlenza et al. (2003), podľa ktorých sa však úroveň maximálneho výkonu sa dosiahne približne pri 30-35% ISOmax. Výsledky autorov Laczo et al. (2012) potvrdzujú tvrdenie Vanderku a Kampmiller (2012), že „čím je cvičenie komplexnejšie a jeho vykonanie si vyžaduje pomerne vysokú rýchlosť, tým viac sa hmotnosť pri Pmax blíži k 1RM“. Laczo et al. (2012) zmapovali špeciálne technické tréningové prostriedky (vrátane súťažných disciplín) a špeciálne silové tréningové prostriedky vo vzpieraní. Dospeli k záverom, že hmotnosť s najvyšším priemerným výkonom sa nachádza pri 89,7-98,3% z 1RM v prípade špeciálnych technických tréningových prostriedkov, kým v prípade špeciálnych silových disciplín, to bolo v rozmedzí 64,0-72,9% z nameraného 1RM. Ďalším z faktorov ovplyvňujúcich pozíciu najvyššej



hodnoty P_{mean} je charakter a úroveň trénovanosti športovca. Jedinci s vysokou úrovňou trénovanosti na maximálnu silu dosahujú najvyššiu hodnotu P_{mean} pri vyšších percentách z 1RM (Vanderka, 2013).

CIEĽ, ÚLOHY (HYPOTÉZY)

Cieľom príspevku bolo zistiť vplyv krátkodobého pohybového programu nácviku hlbokého drepu na vybrané parametre silových schopností. Predpokladali sme zvýšenie hodnoty maximálnej izometrickej sily pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (50° , 90° , 140°). Ďalší predpoklad sa týkal zlepšenia silového gradientu v intervale 0-200ms pri rovnakých podmienkach merania ako v prípade ISOmax (50° , 90° , 140°). Pri sledovaní parametrov silových schopností v dynamickom režime sme predpokladali zvýšenie maximálna hodnoty priemerného výkonu (P_{max}) v diagnostickej sérii a priemerného výkonu (P_{mean}) za celú diagnostickú sériu.

METODIKA

Naplnenie cieľa výskumného sledovania vyžadovalo uskutočniť empirický výskum. Pre sledovanie vplyvu experimentálneho činiteľa v podobe krátkodobého pohybového programu nácviku hlbokého drepu, sme volili model jednoskupinového postupného experimentu bez kontrolnej skupiny. Navrhnutý model výskumu sme realizovali na súbore športovcov ($n=11$) s priemerným chronologickým vekom 22,1 roka. Uskutočnili sme zámerný výber členov súboru, z dôvodu zabezpečenia vyššej homogenity súboru. Výberovým kritériom bola absencia pohybovej skúsenosti s hlbokým drepom v predchádzajúcej športovej príprave.

Experimentálny činiteľ predstavoval mikrociklus, krátkodobý pohybový program nácviku hlbokého drepu, s celkovým trvaním 5(7) dní, so 4 tréningovými jednotkami. Tréningové jednotky boli zamerané na nácvik a zdokonaľovanie hlbokého drepu bez cieleného rozvoja silových schopností. Použité tréningové prostriedky sme podľa odporúčaní Buzgó-Novosád (2013) rozdelili z hľadiska ich obsahového zamerania a spôsobu vykonania do 8 kategórií (cvičenia zamerané na aktívnu prácu kolien, cvičenia s prednastavením segmentov tela, atď.). Tréningové prostriedky boli vykonávané v zľahčených podmienkach, s vlastným telom a zásadne bez doplnkovej záťaže (rešpektujúc tak charakter krátkodobého pohybového programu nácviku).

Pri tvorbe harmonogramu meraní a realizácii tréningového mikrociklu sme rešpektovali požiadavku dodržania rovnakých časových odstupov pred a po meraní z dôvodu zabezpečenia rovnakých podmienok merania.



Do batérie vstupných a výstupných meraní parametrov silových schopností sme zaradili test silového gradientu a test maximálnej izometrickej sily dolných končatín pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (merania sme vykonali prostredníctvom diagnostického zariadenia Fitro Force Plate). Test diagnostickej série v hlbokom drepe sme vykonali prostredníctvom diagnostického zariadenia Fitro Dyne Premium. Ako prvý parameter sme diagnostikovali nárast sily v čase (RFD), následne maximálnu izometrickú silu (ISOmax) a parametre mechanického výkonu v diagnostickej sérii.

Test silového gradientu (RFD) v izometrickom režime

Dôležitým momentom zvýšenia platnosti vybraného testu bolo meranie pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe. Na základe odporúčaní Fehér (2006), Tihanyi (1998) a Vanderka et al. (2012) sme vybrali nasledovné pozície:

- „podrep“ (140° -vý uhol v kolennom kĺbe),
- „polodrep“ (90° -vý uhol v kolennom kĺbe),
- „hlboký drep“ (50° -vý uhol v kolennom kĺbe).

Pri voľbe uhlov pokrčenia v kolennom kĺbe sme postupovali rovnako pri teste silového gradientu ako aj pri teste maximálnej izometrickej sily. Poradie meraných uhlov nebolo rovnaké u každého probanda (alt. A: 140° , 90° , 50° ; alt. B: 50° , 90° , 140°). Výber alternatívy bol náhodný. Z dôvodu vylúčenia možnosti ovplyvnenia výsledkov, náhodný výber poradia bol zachovaný aj pri teste gradientu sily a pri teste izometrického maxima (v prípade vstupných a výstupných meraní). Pokyny na vykonávanie pokusu sa týkali maximálneho úsilia a snahy vyvinúť čo najväčšiu silu, čo najrýchlejšie. Dôležitým momentom pri vykonaní pokusu bolo dodržanie rovnakých inštrukcií pri vstupných a výstupných meraní z hľadiska korekcie postavenia tela. Proband dostal upozornenie, aby sa postavil do konštrukcie spôsobom, ktorý mu zabezpečí najlepší výkon pri vykonaní pokusu. Postavenie tela a segmentov tela neboli korigované testujúcimi. Pokus trval 2-3s z dôvodu registrovania RFD len v prvých úsekoch pokusu. Vychádzajúc z toho, že sa jedná o športovcov, ktorí nemali pohybovú skúsenosť s vykonaným tréningovým prostriedkom, sme sa v našom výskume obmedzili na časovú úsek 0-200ms.

Test maximálnej izometrickej sily

Maximálnu izometrickú silu a RFD sme merali prostredníctvom diagnostického zariadenia Fitro Force Plate. Nastavené uhly, resp. jednotlivé výšky fixovanej tyče, boli rovnaké ako pri testovaní silového gradientu. Boli zachované aj poradia merania parametra pri jednotlivých uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe. Úlohou probanda bolo zatlačiť do fixovaného náčinia maximálnym úsilím a vyvinúť čo najväčšiu silu.



Postavanie tela a segmentov tela, podobne ako pri teste RFD, neboli korigované testujúcimi. Pokus trval 3-4s.

Test diagnostickej série v hlbokom drepe

Test sa realizoval opakovaným vykonaním hlbokého drepu s postupne sa zvyšujúcou veľkosťou vonkajšieho odporu. Vyhodnotená bola koncentrická fáza pohybu. Použili sme diagnostické zariadenie Fitro Dyne Premium. Okrem registrácie priemerných výkonov (P_{mean}) produkovaných pri rôznych hmotnostiach olympijskej činky (vonkajší odpor) sme zisťovali aj ostatné biomechanické parametre pohybu. Diagnostická krivka jednotlivých probandov pri hlbokom drepe, ktorej posledná hmotnosť by mala predstavovať jednorazové maximum ($1RM$), bola v našom prípade redukovaná o posledné hmotnosti z dôvodu zachovania bezpečnosti merania. Členovia súboru vykonávali hlboký drep maximálne po hmotnosť s najvyšším priemerným výkonom (celý postup sme zastavili, keď sme zistili, že pri dvoch vyšších hmotnostiach boli hodnoty priemerného výkonu nižšie, ako najvyššia hodnota priemerného výkonu v aktuálnej diagnostickej sérii). Postavanie tela a segmentov tela, podobne ako v prípade merania RFD a ISOmax neboli korigované testujúcimi. Excentrickú fázu pohybu vykonávali probandi vlastným tempom, s dôrazom na zvládnutie protipohybu. Pri koncentrickej fáze mali za úlohu vykonať pohyb maximálnym úsilím. Vychádzajúc zo skutočnosti, že na konci koncentrickej fázy dôjde k prirodzenému brzdeniu pohybu, sme rozšírili rozsah až do výponu.

Získané údaje sme vyhodnotili pomocou prostriedkov vecne logickej analýzy a matematickej štatistiky, kde sme okrem základných štatistických ukazovateľov použili aj test významnosti rozdielov. Pri výbere vhodného štatistického nástroja pri hodnotení významnosti rozdielov sme volili neparametrickú metódu pre závislé súbory, Wilcoxonov T-test z dôvodu malej početnosti súboru a predpokladu nesplnenia podmienky normality rozdelenia dát. Vo všetkých sledovaných parametroch sme stanovili kritérium 1% a 5%-nej hladiny štatistickej významnosti ($p < 0,01$, $p < 0,05$).

VÝSLEDKY

Výsledky meraní ISOmax (tab. 1) referujú o najväčšom prírastku izometrickej sily pri 50°-ovom uhle pokrčenia v kolene (hlboký drep). Najmenšie zmeny nastali pri 140°-ovom uhle pokrčenia (podrep). Tento výsledok vysvetľujeme tým, že probandi zaradení do nášho výskumu nemali pohybovú skúsenosť s vykonávaním hlbokého drepu. Absolvovaný krátkodobý pohybový program bol zameraný na nácvik hlbokého drepu a obsahoval pohybové prvky (cvičenia), ktoré boli vykonávané v plnom rozsahu pohybu, práve po pokrčenie 50° v kolene (resp. v tejto pozícii). Skoro dvojnásobne väčšie prírastky maximálnej



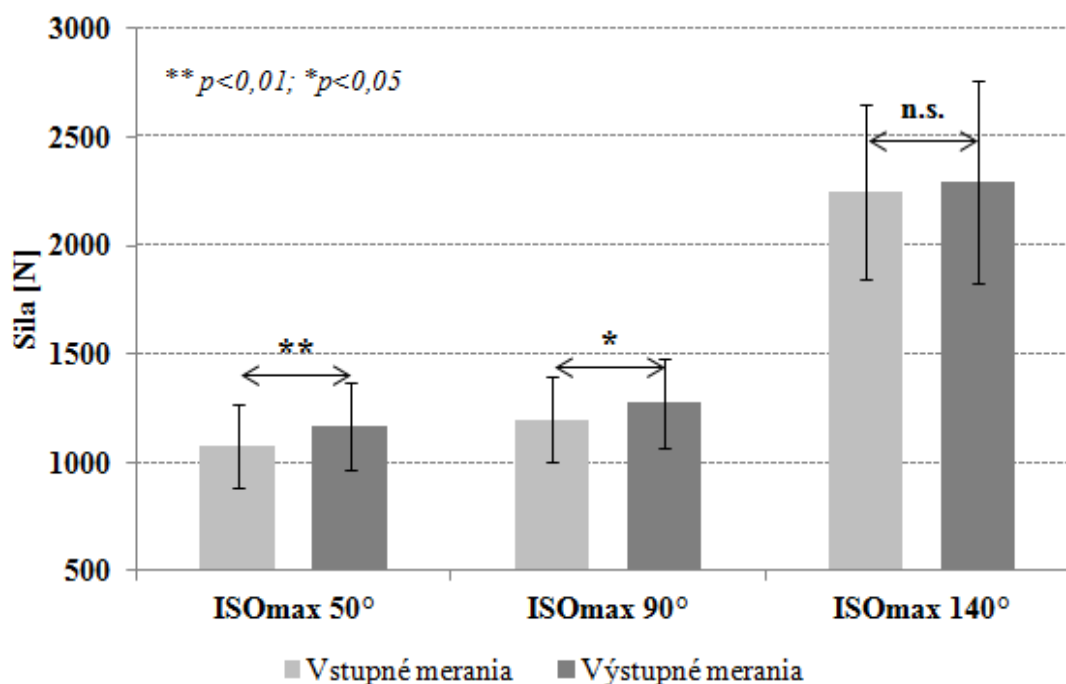
izometrickej sily v hlbokom drepe (v porovnaní s podrepom) môžeme pripisovať k zlepšeniu postavenia segmentov v tejto polohe. Predpokladáme, že čím sú bohatšie skúsenosti s konkrétnym rozsahom pohybu (spôsob drepu), o to budú prírastky úrovne ISOmax menšie.

Tab. 1: Základné opisné charakteristiky výsledkov vstupných a výstupných meraní maximálnej izometrickej sily pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (ISOmax)

ISOmax 50°			
Základné štatistické charakteristiky	Vstup	Výstup	Rozdiel [N]
Priemer [N]	1078,6	1168,0	89,45
Smerodajná odchýlka [N]	192,2	205,1	
ISOmax 90°			
Základné štatistické charakteristiky	Vstup	Výstup	Rozdiel [N]
Priemer [N]	1199,2	1273,0	73,81
Smerodajná odchýlka [N]	195,4	207,1	
ISOmax 140°			
Základné štatistické charakteristiky	Vstup	Výstup	Rozdiel [N]
Priemer [N]	2248,2	2293,9	45,63
Smerodajná odchýlka [N]	406,3	463,3	

** uvedené priemerné hodnoty veľkosti síl sú redukované o tiaž tela športovca*

Z obr. 1 vyplýva, že medzi vstupnými a výstupnými hodnotami sú štatisticky významné rozdiely v prípade 50° a 90° ovom uhle pokrčenia kolenného kĺbu. Pri podrepe (140°) sme neregistrovali signifikantný rozdiel medzi vstupnými a výstupnými meraniami.



Obrázok 1: Test významnosti rozdielov maximálnej izometrickej sily (ISOmax) pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (50°, 90°, 140°)

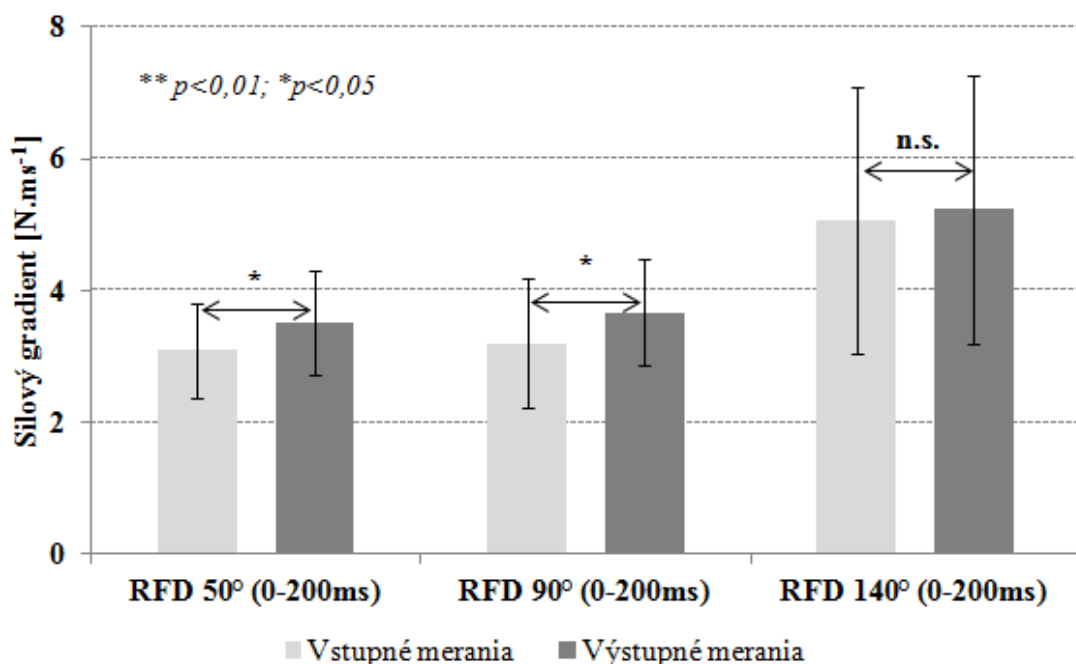
Tab. 2: Základné opisné charakteristiky výsledkov vstupných a výstupných meraní gradientu sily (RFD, 0-200ms) pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (50°, 90°, 140°)

Vstup RFD 0-200ms			
Základné štatistické charakteristiky	50°	90°	140°
Priemer [N.ms ⁻¹]	3,09	3,20	5,05
Smerodajná odchýlka [N.ms ⁻¹]	0,71	0,98	2,02
Výstup RFD 0-200ms			
Základné štatistické charakteristiky	50°	90°	140°
Priemer [N.ms ⁻¹]	3,51	3,67	5,23
Smerodajná odchýlka [N.ms ⁻¹]	0,78	0,81	2,03
Rozdiel RFD [N.ms ⁻¹]			
Základné štatistické charakteristiky	50°	90°	140°
Priemer [N.ms ⁻¹]	0,42	0,47	0,17



V tab. 2 prezentujeme výsledky vstupných a výstupných meraní RFD v časovom intervale 0-200ms pri rovnakých uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe ako v prípade ISOmax. Pri porovnaní nameraných hodnôt sme zistili, že najväčšie zmeny nastali pri 90°-ovom uhle pokrčenia v kolennom kĺbe. Len o málo menej výrazné zmeny sme namerali pri 50°. Najmenšie prírastky v rámci hodnotenia RFD boli registrované pri 140°. Registrovať tu podobnú tendenciu ako v prípade ISOmax z hľadiska podrepu. Pri porovnaní RFD a ISOmax vidíme, že najvýraznejšie zmeny však nenastali pri tých istých uhloch pokrčenia.

Pri hodnotení štatistickej významnosti rozdielov sme zaznamenali významné rozdiely pri dvoch uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (50° a 90°). Štatisticky nesignifikantný rozdiel bol evidovaný pri 140°-ovom uhle pokrčenia v kolennom kĺbe (obr. 2). Pri porovnaní miery štatistickej významnosti rozdielov pri jednotlivých uhloch v RFD a v ISOmax sme zaznamenali podobnú tendenciu v súvislosti s podrepom (140°). Efekt krátkodobého programu bol výraznejší pri väčších uhloch pokrčenia v kolene.



Obrázok 2: Test významnosti rozdielov silového gradientu (RFD) pri rôznych uhloch pokrčenia v kolennom kĺbe (50°, 90°, 140°) v časovom úseku 0-200ms

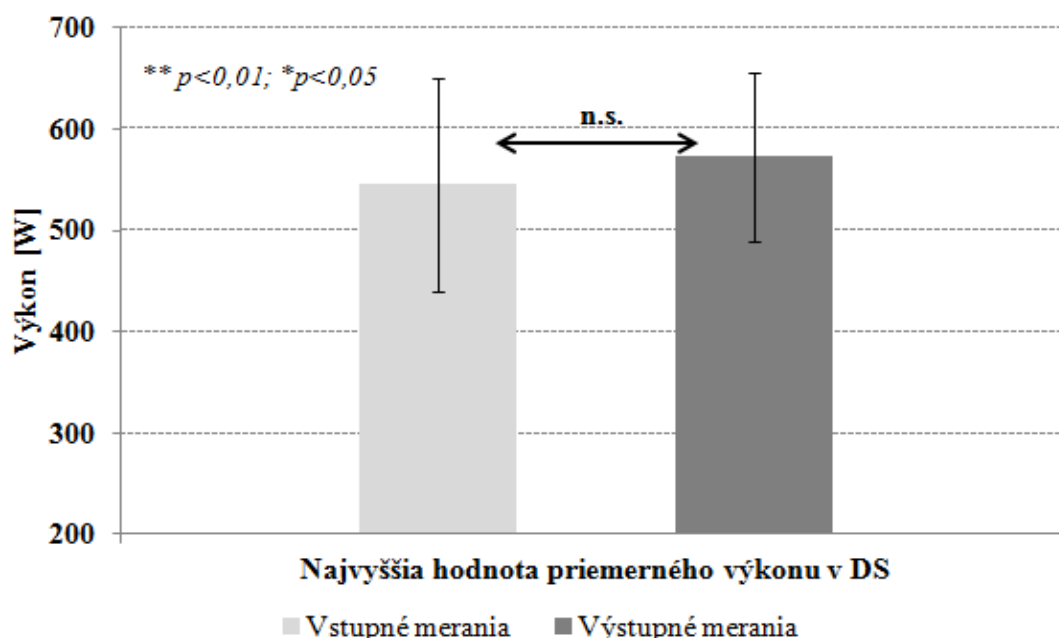
V tab. 3 sú prezentované základné biomechanické parametre pri najväčšej hodnote priemerného výkonu v diagnostickej sérii (Pmax). Boli sledované parametre hmotnosť, rýchlosť, rozsah pohybu a výkon. Pri vyhodnotení výsledkov diagnostickej série sme ako hlavný ukazovateľ pozorovali výkon, v ktorom sme registrovali prírastok v priemere o 27,5W. Pri hmotnosti, pri ktorej dosahovali probandi najvyššiu hodnotu Pmean, bolo evidované 7,6kg-ové zvýšenie. V rýchlosti vykonávania



pohybu bolo zlepšenie v priemere o 2cm.s^{-1} a pohyb bol vykonávaný v rozsahu väčšom o $2,1\text{cm}$ v prípade výstupných meraní.

Tab. 3: Základné opisné charakteristiky výsledkov vstupných a výstupných meraní vybraných biomechanických parametrov pri najvyššej hodnote priemerného výkonu

"Pmax" Vstup				
Základné opisné charakteristiky	Hmotnosť [kg]	Rýchlosť [cm.s^{-1}]	Výkon [W]	Rozsah [cm]
Priemer	70,9	79,9	545,4	75,5
Smerodajná odchýlka	17,0	11,1	104,9	10,0
"Pmax" Výstup				
Základné opisné charakteristiky	Hmotnosť [kg]	Rýchlosť [cm.s^{-1}]	Výkon [W]	Rozsah [cm]
Priemer	77,3	77,9	572,9	77,4
Smerodajná odchýlka	16,8	14,8	83,2	11,2



Obr. 3: Test významnosti rozdielov najvyššej hodnoty priemerného výkonu v diagnostickej sérii pri vstupných a výstupných meraniach

Pri sledovaných biomechanických parametrov pri pozícii najvyššej hodnoty priemerného výkonu v diagnostickej sérii (hmotnosť, rýchlosť



a rozsah pohybu) sa nepotvrdila štatistická významnosť rozdielov. Pri testovaní významnosti rozdielov výkonu sa síce nepotvrdila štatistická významnosť, ale bola hraničná hodnota pri 5%-nej hladine (obrázok 3).

V tab. 4 prezentujeme opisné charakteristiky základných biomechanických parametrov za celú diagnostickú sériu. Namerané hodnoty sú znázornené v priemerných hodnotách. Pri porovnaní vstupných a výstupných DS bola zachovaná rovnaká postupnosť z hľadiska hmotností, ako aj začiatočná a konečná hodnota veľkosti vonkajšieho odporu. Vyplývajú z výsledkov môžeme konštatovať, že rozdiely priemernej hodnoty výkonu medzi vstupnými a výstupnými hodnotami boli výrazné (38,8W). Pri porovnaní ostatných biomechanických ukazovateľov vstupných a výstupných meraní boli tiež evidované prírastky (rýchlosť o $5,7\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, rozsah pohybu o 3,2cm).

Tab. 4: Základné opisné charakteristiky výsledkov vstupných a výstupných meraní vybraných biomechanických parametrov celej diagnostickej série (DS)

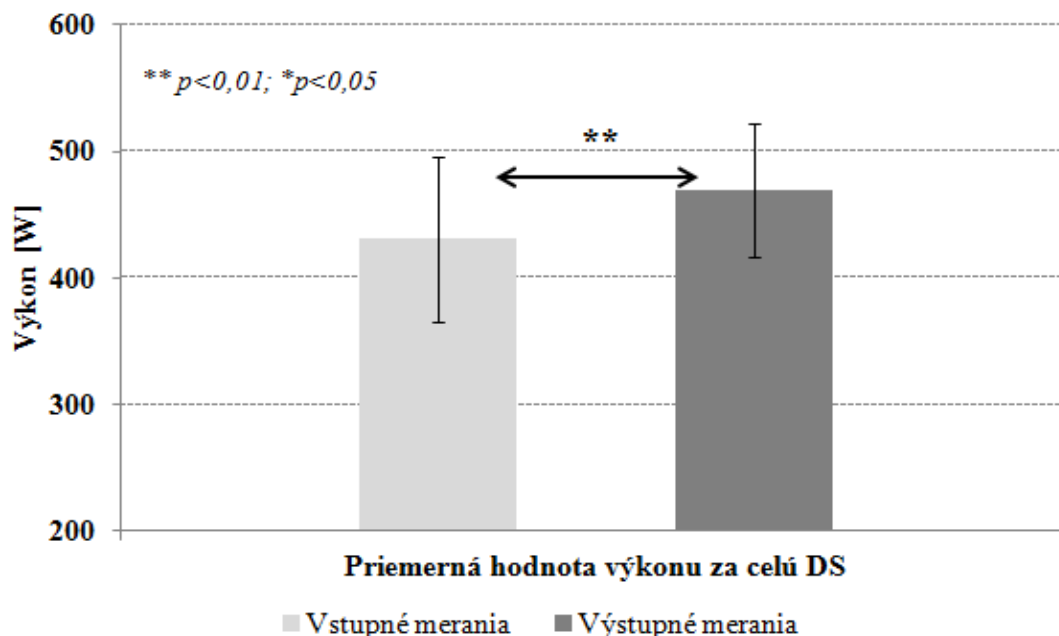
"Diagnostická séria" Vstup			
Základné opisné charakteristiky	Rýchlosť [cm.s ⁻¹]	Výkon [W]	Rozsah [cm]
Priemer	82,5	430,7	75,7
Smerodajná odchýlka	7,8	65,0	7,9
"Diagnostická séria" Výstup			
Základné opisné charakteristiky	Rýchlosť [cm.s ⁻¹]	Výkon [W]	Rozsah [cm]
Priemer	88,2	469,5	78,9
Smerodajná odchýlka	7,1	53,0	8,7

** uvedené priemerné hodnoty biomechanických parametrov predstavujú priemerné hodnoty za celú diagnostickú sériu so zachovaním rovnakej postupnosti ako aj konečnej hmotnosti, ktorá však nepredstavovala 1RM*

Pri porovnávaní sledovaných parametrov za celú diagnostickú sériu sme registrovali štatisticky signifikantný rozdiel na úrovni 1%-nej hladine v prípade priemerného výkonu (obrázok 4). Táto úroveň signifikancie sa potvrdila aj v prípade priemernej rýchlosti pohybu. Pri testovaní významnosti rozdielov rozsahu pohybu sa nepotvrdila štatistická významnosť, ale bola hraničná hodnota pri testovaní 5%-nej



hladiny. Na rozdiel od výsledkov hodnotenia parametrov pri najvyššej hodnote výkonu boli pri porovnaní diagnostických sérií evidované výraznejšie zmeny v sledovaných ukazovateľoch. Na základe týchto výsledkov predpokladáme, že zmeny po absolvovaní pohybového programu sa týkali len vybranej časti diagnostickej série.



Obr. 4: Test významnosti rozdielov priemernej hodnoty výkonu za celú DS pri vstupných a výstupných meraniach so zachovaním rovnakej postupnosti ako aj konečnej hmotnosti

ZÁVER

Výsledky meraní maximálnej izometrickej sily (ISOmax) pri rôznych uhloch pokrčenia kolenného kĺbu (50°, 90°, 140°) informujú o najväčšom rozdiely medzi vstupnými a výstupnými meraniami pri 50°-ovom uhle pokrčenia v kolene (hlboký drep). Výsledky meraní potvrdili hypotézy o zvýšení maximálnej izometrickej sily pri 50° a 90°-ovom pokrčení kolenného kĺbu. Pri 140°-ovom uhle pokrčenia sme neregistrovali signifikantný rozdiel medzi vstupnými a výstupnými meraniami v ISOmax.

Výsledky meraní silového gradientu (RFD) pri rôznych uhloch pokrčenia kolenného kĺbu (50°, 90°, 140°) v časovom intervale 0-200ms prezentujú najväčšie zmeny v sledovanom parametre pri 90°-ovom pokrčení v kolennom kĺbe. Najmenšie prírastky v rámci hodnotenia RFD boli registrované pri podrepe (140°). Registrovať tu podobnú tendenciu ako v prípade ISOmax z hľadiska podrepu. Výsledky nám potvrdili predpoklad zlepšenie parametrov RFD pri dvoch uhloch pokrčenia (50° a 90°). Opakovane sa nepotvrdila hypotéza s predpokladom významných zmien sledovaného parametra (RFD) pri podrepe (140°).



Efekt krátkodobého programu z hľadiska RFD a ISOmax bol výraznejší pri väčších uhloch pokrčenia v kolene.

Vyhodnotenie základných biomechanických parametrov pri najvyššej hodnote priemerného výkonu v DS (Pmax) nepotvrdilo stanovenú hypotézu o významných zmenách. Predpokladáme, že trvanie pohybového programu nebolo postačujúce na významné zvýšenie hodnoty výkonu, preto navrhujeme túto skutočnosť zvážiť pri pokračovaní vo výskumnom sledovaní. Pri ďalšej analýze vplyvu krátkodobého pohybového programu nácviku drepu sme vyhodnotili základné biomechanické parametre za celú DS, pri ktorej bola zachovaná rovnaká postupnosť z hľadiska hmotností, ako aj začiatočná a konečná veľkosť vonkajšieho odporu. Porovnávali sme rovnaké diagnostické série vstupných a výstupných meraní z hľadiska „počtu hmotností“ (pokusov) aj z hľadiska ich rozpätia. Vychádzajúc z výsledkov môžeme konštatovať, že rozdiely priemernej hodnoty výkonu medzi vstupnými a výstupnými hodnotami boli výrazné, čo nám potvrdil predpoklad významných prírastkov. Podobne významné zmeny nastali pri rýchlosti vykonania pohybu. Zväčšenie rozsahu pohybu (o 3,2cm) bola na hraničnej hodnote pri testovaní významnosti rozdielov. Opakovane by sme vyzdvihli, že na rozdiel od výsledkov hodnotenia parametrov pri najvyššej hodnote výkonu (Pmax) boli pri porovnaní diagnostických sérií evidované výraznejšie zmeny v sledovaných ukazovateľoch. Na základe týchto výsledkov predpokladáme, že zmeny po absolvovaní pohybového programu sa týkali len vybranej časti diagnostickej série. Analýza týchto výstupov však nie je predmetom nášho príspevku, preto navrhujeme venovať pozornosť pri ďalšom postupe aj podrobnejšiemu popisu zmien a poukázať tak na charakter zmeny diagnostickej série (zmeny prevažne na úrovni nižších hmotností, atď.)

Na základe prezentovaných a interpretovaných výsledkov a na základe testovaní hypotéz môžeme vysloviť záver, že krátkodobý pohybový program nácviku hlbokého drepu bez cieleného rozvoja silových schopností má priaznivý vplyv na sledované parametre silových schopností. Výsledky predkladaného príspevku naznačujú významnosť úlohy technickej prípravy tak v prevencii zranení (z hľadiska správnej realizácie pohybu), ako aj pri primárnej možnosti zlepšenia úrovne vybraných kondičných schopností. Poznamenať však musíme, že zmeny sa týkali najmä väčších uhlov pokrčenia v kolene (ISOmax a RFD) a pravdepodobne len časti diagnostickej série.

Nami sledované biomechanické ukazovatele a parametre silových schopností hodnotia úroveň sily. Zároveň však môžu byť (síce nepriamo) aj dôkazom zlepšenia úrovne vykonávania tréningového prostriedku drep. Kvalitu a zlepšenie spôsobu vykonávania drepu z hľadiska pohybovej štruktúry by sme mohli hodnotiť biomechanickou analýzou pohybu, prípadne metódou odborného posudzovania. Pri realizácii



ďalšieho výskumu podobného charakteru navrhujeme doplniť cieľ práce o sledovanie zmeny kvality vykonávania tréningového prostriedku. Ako nedostatok predkladanej práce považujeme zvolený dizajn výskumu (bez kontrolnej skupiny). Navrhujeme pri pokračovaní sledovania doplniť výskumnú situáciu aj o spomínanú kontrolnú skupinu.

2.2.2 ZÓNA VÝKONOVÉHO MAXIMA NAD 90% PRI CVIČENÍ POLODREP VÝSKOK

Analýzou zóny výkonového maxima nad 90% pri cvičení polodrep-výskok sme chceli poukázať na možné úskalia dávkovania zaťaženia na základe všeobecne platných odporúčaní vzťahujúcich sa na základné tréningové premenné. Presné determinovanie metodotvorných činiteľov vytvára platné východisko pre optimalizáciu zaťaženia a zabezpečenie žiaduceho tréningového efektu.

PROBLÉM

Mechanický výkon evidujeme ako parameter, prostredníctvom ktorého je možné zabezpečiť kvalitnú intenzifikáciu tréningového zaťaženia v prospech rozvoja rýchlostno-silových schopností. Odporúčania autorov Beneke a Taylor (2010), Kampmiller et al., (2012), Bosco (1999), pre aplikáciu tréningových podnetov s intenzitou nad 90% z aktuálneho, najvyššieho výkonu so súčasnou požiadavkou maximálneho úsilia však otvárajú problematiku presného stanovenia ostatných tréningových premenných a potrebu determinácie vybraných biomechanických parametrov, ktoré môžu vykazovať vyššiu variabilitu aj napriek pomerne stabilnej hodnote výkonu.

CIEĽ, ÚLOHY (HYPOTÉZY)

Cieľom sledovania bolo zistiť rozdiely medzi vybranými tréningovými ukazovateľmi pri cvičení polodrep-výskok v zóne +90% z P_{max} pri rôznych veľkostiach odporu. Predpokladali sme pokles počtu opakovaní vykonaných s výkonom nad 90% z najvyššej hodnoty aktuálneho výkonu v pracovnej sérii s pribúdajúcou hmotnosťou vonkajšieho odporu v rozmedziach zóny +90% z P_{max} . Zároveň sme predpokladali pokles rýchlosti a rozsahu pohybu medzi pracovnými sériami vykonaných na rôznych pozíciách sledovanej zóny.

METODIKA

Výskumný súbor tvorila skupina aktívne športujúcich študentov FTVŠ UK ($n=10$) vo veku 21-24 rokov, ktorí mali vo svojej silovej príprave zahrnutý vybraný tréningový prostriedok. Telesná výška



probandov bola $178,7 \pm 5,4$ cm, telesná hmotnosť $78,6 \pm 4,6$ kg. Ako hlavnú metódu získavania údajov sme použili diagnostické zariadenie na meranie mechanického výkonu (Fitro Dyne Premium).

Po vykonaní vstupnej diagnostickej série (DS), ktorá bola východiskom pre zistenie najvyššej hodnoty výkonu (P_{max}) a stanovenie zóny $+90\%$ z P_{max} , sme vykonali pracovné série (PS) s veľkosťou vonkajšieho odporu na spodnej hranici zóny (SHZ) na úrovni najvyššej hodnoty výkonu (NHV) a s odporom na hornej hranici zóny (HHZ). V pracovných sériách vykonali probandi opakovania bez predpísaného počtu, limitovaní však boli práve hodnotou aktuálneho výkonu. Pokles hodnoty výkonu pod 90% z aktuálne najvyššej hodnoty v PS znamenal koniec pracovnej série. Rozsah pohybu z hľadiska miery pokrčenia v kolennom kĺbe po 90° bol zabezpečený mäkkým dorazom.

Pre porovnanie získaných údajov sme využili neparametrickú porovnávaciu analýzu. Z dôvodu malej početnosti súboru, v prípade ktorej sa nepredpokladá normalita rozdelenia dát, sme volili neparametrický test významnosti rozdielov pre závislé súbory, Wilcoxonov T-test.

VÝSLEDKY

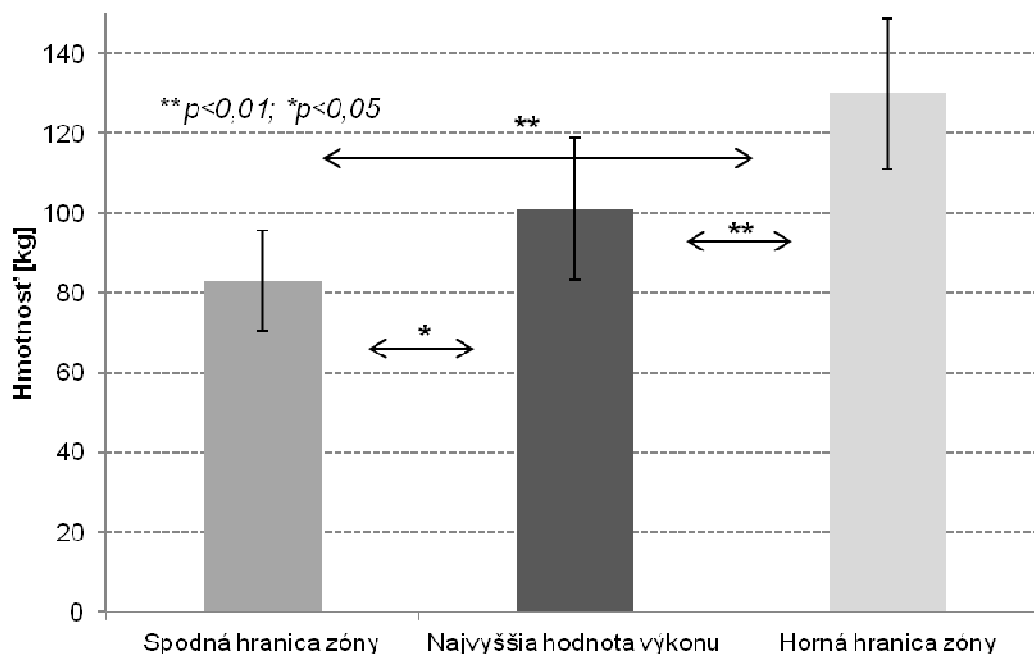
Vo výsledkovej časti práce prezentujeme výstupy z pracovných sérií, realizovaných na rôznych pozíciách zóny $+90\%$ z najvyššej hodnoty výkonu nameraného vo vstupnej diagnostickej sérii.

Tab. 5: Priemerné hodnoty v pracovných sériách v zóne $+90\%$ z P_{max}

Parameter		Spodná hranica zóny	Najvyššia hodnota výkonu	Horná hranica zóny
Hmotnosť [kg]	Priemer [kg]	83,0	101,0	130,0
	SD	12,52	17,92	18,86
Počet opakovaní [n]	Priemer [n]	11,4	10,4	4,9
	SD	4,74	4,38	3,48
Rýchlosť v PS [cm.s^{-1}]	Priemer [cm.s^{-1}]	95,08	82,22	62,72
	SD	11,05	12,306	11,428
Rozsahu pohybu PS [cm]	Priemer [cm]	63,99	60,25	54,03
	SD	6,20	6,117	7,206
Výkonu v PS [W]	Priemer [W]	763,35	797,79	782,89
	SD	61,96	57,298	72,102



V tabuľke 5 prezentujeme namerané údaje biomechanických parametrov rýchlostno-silových schopností a vybraných tréningových ukazovateľov pre jednotlivé pracovné série. Priemerné počty údajov boli počítané pre opakovania, ktoré spĺňali kritérium výkonu nad 90% z aktuálne najvyššej hodnoty priemerného výkonu v pracovnej sérii.



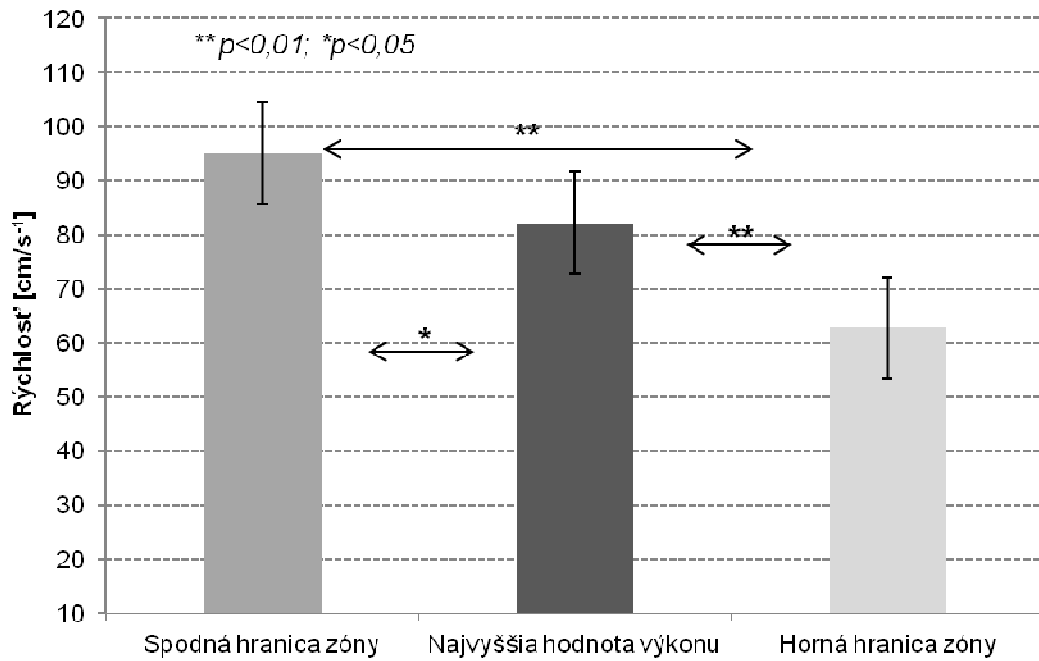
Obr. 5: Hodnotenie významnosti rozdielov hmotností na rôznych pozíciách zóny +90 % z Pmax

Obrázok 5 prezentuje veľkosti vonkajšieho odporu na vybraných pozíciách sledovanej zóny, ktoré boli platné pre jednotlivé pracovné série. Na spodnej hranici zóny (SHZ) pracovali probandi v priemere s veľkosťou odporu 83kg, na úrovni najvyššej hodnoty výkonu (NHV) v priemere so 101kg a na hornej hranici zóny (HHZ) s hmotnosťou 130kg. Tieto údaje nám kopírujú priebeh vstupnej diagnostickej série, ktorá bola východiskom pre tvorbu zóny +90% z Pmax a stanovenie veľkostí vonkajšieho odporu pre jednotlivé pracovné série.

Na obrázku 6 prezentujeme rovnakú tendenciu štatistickej významnosti rozdielov, ako v prípade veľkosti vonkajšieho odporu. Prezentované údaje však predstavujú priemernú hodnotu rýchlosti pre opakovania vykonané s hodnotou výkonu nad 90% z aktuálne najvyššej hodnoty výkonu v pracovnej sérii. Potvrdzuje sa základný poznatok z fyziológie telesných cvičení, ktorý referuje o poklese rýchlosti pohybu so zväčšovaním veľkosti vonkajšieho odporu. Z hľadiska športovej praxe je však žiaduce si uvedomiť, že síce hodnota výkonu (na rôznych pozíciách sledovanej zóny) je pomerne stabilná (s maximálnou odchýlkou 10% z Pmax), hodnoty veľkosti odporu a rýchlosti pohybu budú vykazovať väčšiu variabilitu. Túto skutočnosť treba rešpektovať pri zachovaní cielenosti tréningového pôsobenia. V prípade, že máme



zámer pôsobiť na rýchlostnú zložku rozvoja rýchlostno-silových schopností, mali by sme sa pohybovať viac na úrovni spodnej hranici zóny v ktorej máme možnosť dosahovať vyššie hodnoty rýchlosti a tak efektívnejšie stimulovať rýchle svalové vlákna. Naopak ak chceme zlepšiť silovú zložku športovca tak odporúčame prácu na úrovni hornej zóny.

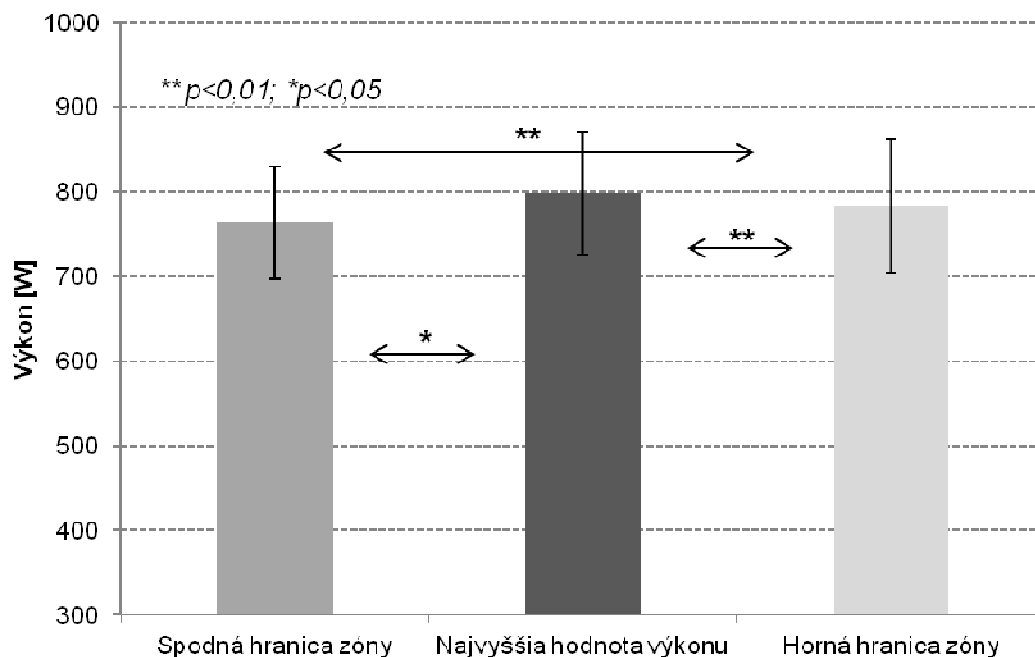


Obr. 6: Hodnotenie významnosti rozdielov priemerných hodnôt rýchlosti pohybu na rôznych pozíciách zóny +90 % z Pmax

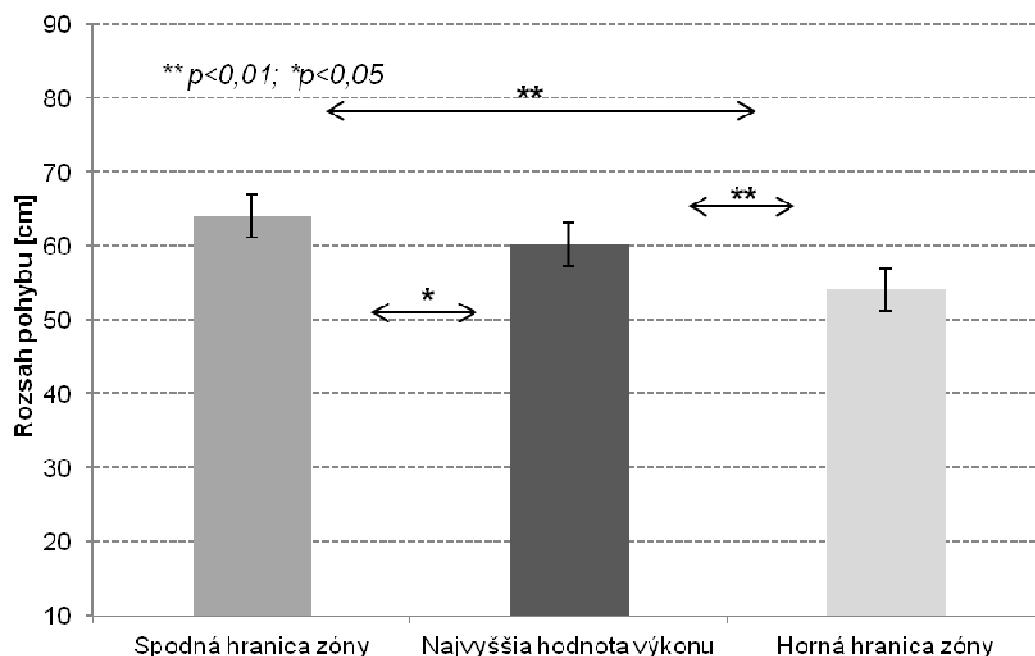
Pri vstupnom teste diagnostickej série sme registrovali u sledovaných probandov priemernú hodnotu najvyššieho výkonu (Pmax) na úrovni 865,1W. Tento údaj bol pre nás východiskom pri tvorbe zóny +90% z Pmax a pri stanovení veľkosti vonkajšieho odporu pri rôznych pozíciách takto konštruovanej zóny. Pri vykonaní pracovných sérií bol v priemere najvyšší generovaný výkon probandov na spodnej hranici 796,1W, na úrovni Pmax 848,3W a na hornej hranici 815,6W. Aj napriek splneniu kritéria 90% z Pmax pri pracovných sériách musíme skonštatovať, že prezentované výsledky sú priemerné výsledky za sledovanú skupinu. Pri analýze výsledkov jednotlivých probandov však boli prípady, keď v pracovnej sérii sa športovec posunul pod 90% z Pmax z DS. Priemerné hodnoty výkonov za celú pracovnú sériu boli pri spodnej hranici 763,4W, na úrovni Pmax 797,8W a na hornej hranici 782,9W (obrázok 7). Z týchto priemerných údajov vychádza, že v istých prípadoch bol výkon, ktorý spĺňal požiadavku hodnoty nad 90% z aktuálne najvyššej hodnoty výkonu v konkrétnej pracovnej sérii, pod kritickou hodnotou 90% z Pmax v DS. Treba si však uvedomiť potrebu rešpektovania aktuálnych stavov športovca a v prípade pracovných sérií považovať údaje z DS za východiskové, nie však limitujúce.



Nepovažujeme za správne stanoviť hranicu 90% v pracovnej sérii na základe vstupnej diagnostiky, ale práve na základe aktuálneho stavu športovca.



Obr. 7: Hodnotenie významnosti rozdielov priemerných hodnôt výkonu za PS na rôznych pozíciách zóny +90 % z P_{max}

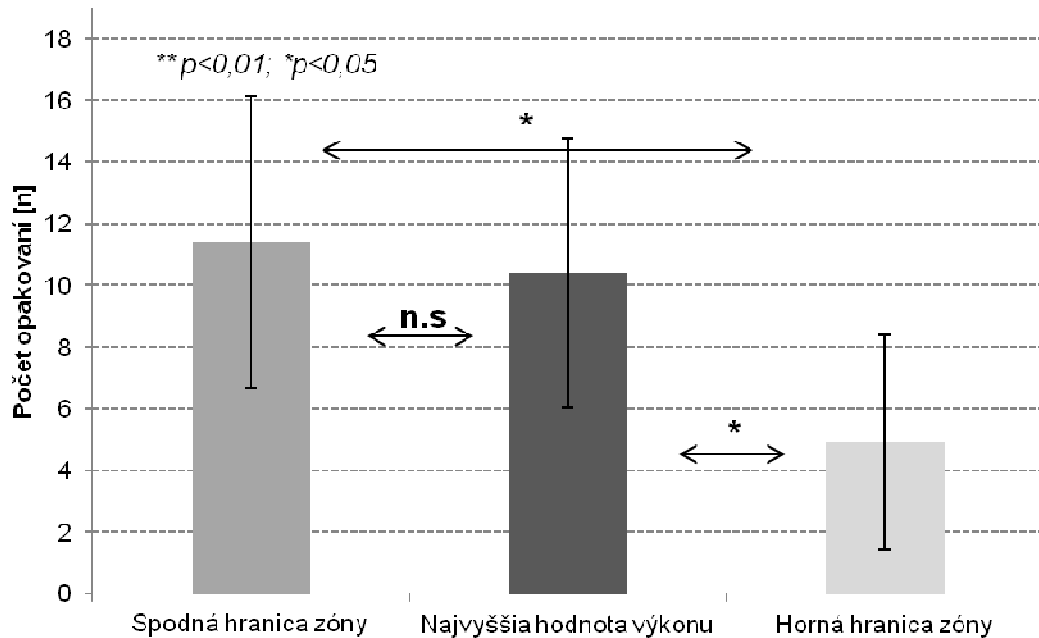


Obr. 8: Hodnotenie významnosti rozdielov priemerných hodnôt rozsahu pohybu za PS na rôznych pozíciách zóny +90 % z P_{max}

Na obrázku 8 prezentujeme významnosť rozdielov priemerných hodnôt rozsahu pohybu v jednotlivých pracovných sériách (za celú PS). Je potrebné dodať, že zmeny rozsahu pohybu boli zapríčinené meniacou



sa dĺžkou letovej fázy a nie hĺbkou polodrepu, nakoľko dosiahnutie rozsahu po 90° sme neustále kontrolovali mäkkým dorazom. Je zrejmé, že tak ako klesá rýchlosť pohybu pri súčasnom zväčšovaní veľkosti odporu tak sa znižuje aj rozsah pohybu.



Obr. 9: Hodnotenie významnosti rozdielov priemerných hodnôt počtu opakovaní v PS na rôznych pozíciách zóny +90 % z Pmax

Z hľadiska počtu opakovaní vykonaných nad 90% z aktuálnej najvyššej hodnoty výkonu v pracovnej sérii sme zaznamenali výsledok, ktorý poukázal na potrebu sledovania aj rozpätia zóny, resp. „tvaru“ zóny. Na spodnej hranici zóny (SHZ) boli probandi schopní vykonať v priemere 11,4 opakovaní nad 90% aktuálneho najvyššieho výkonu. Na úrovni najvyššej hodnoty výkonu (NHV) z DS sa vykonalo v priemere 10,4 opakovaní a na hornej hranici zóny vykonali probandi (HHZ) v priemere 4,9 opakovaní nad 90% z aktuálneho najvyššieho výkonu. Pri hodnotení významnosti rozdielov (obrázok 9) sme medzi počtami opakovaní na spodnej hranici zóny a na pozícii najvyššej hodnoty výkonu z DS (NHV) nezaznamenali štatisticky významný rozdiel. Medzi hmotnosťami na NHV a na hornej hranici zóny (HHZ) sme zaznamenali štatisticky významné rozdiely na 5%-nej hladine ($p < 0,05$), podobne ako medzi počtami opakovaní na SHZ a HHZ. Predpokladáme, že tento výsledok vychádza z vyššej trénovanosti probandov na nižších hmotnostiach, resp. z menšej skúsenosti práce s vyššími hmotnosťami s vybraným tréningovým prostriedkom. Tento výsledok môže logicky vychádzať aj z nerovnomerného rozpätia zóny. Myslíme tým menší rozdiel medzi hmotnosťou na úrovni Pmax z DS a hmotnosťou na spodnej hranici zóny (18kg) v porovnaní s hmotnosťou na úrovni Pmax z DS a hmotnosťou na hornej hranici zóny (29kg).



Podobný výskum Vanderku et al. (2013) uvádza, že probandi boli schopní na Pmax vykonať v priemere 4 opakovania a na spodnej hranici (čo v tomto prípade bolo 20% pod Pmax) 8 opakovaní. Z tohto sa dá dedukovať, že výber súboru má výrazný vplyv na tréningové ukazovatele a takto namerané výsledky sa neodporúčajú zovšeobecniť, ale platia len pre daný súbor. Športová špecializácia môže mať tiež výrazný vplyv na počet tréningových ukazovateľov preto sa pri realizovaní takéhoto experimentu odporúča vykonať vstupnú diagnostiku pre daný súbor. Pre tréningovú prax je žiaduce takýto postup individualizovať.

Ďalším vysvetlením možných odchýlok od našich zistení je spôsob vykonávania pracovnej série. V prípade nášho výskumu realizovali probandi každý pokus na štartový povel examinátora, kým v prípade výskumu Vanderku et al. (2013) boli pokusy vykonávané bez prerušenia. Možnosť korekcie štartovej pozície a absencia potreby nadväznosti pohybu po doskoku, mohli vytvoriť lepšie podmienky pre zvládnutie vyššieho počtu opakovaní nad 90% z aktuálne najvyššej hodnoty výkonu v PS.

Záverom by sme mohli zhrnúť, že sledované ukazovatele v podobe rýchlosti pohybu, veľkosti odporu, priemerného výkonu a rozsahu pohybu v podstate kopírujú údaje zo vstupnej diagnostickej série. Prípadné odchýlky od údajov z diagnostickej série môžu byť z dôvodu zmeny aktuálneho stavu športovca a momentálnych dispozícií pri vykonaní pracovných sérií. Počty opakovaní zvládnutých s výkonom nad 90% z aktuálne najvyššej hodnoty výkonu v PS sú však závislé od aktuálnom stave športovca, od špeciálnej trénovanosti a od „tvaru“ a rozpätia zóny +90% z Pmax.

ZÁVER

Cieľom práce bolo zistiť úroveň tréningových ukazovateľov (počty opakovaní) pri cvičení polodrep výskok v zóne +90% z výkonového maxima pri rôznych veľkostiach odporu s možnosťou využitia vybraného tréningového prostriedku v rozvoji rýchlostno-silových schopností. V našej práci sme sa snažili pomocou tréningového prostriedku polodrep-výskok zistiť úroveň vybraných parametrov v troch pracovných sériách absolvovaných s rôznymi veľkosťami vonkajšieho odporu s udrжанím parametra výkonu +90% z Pmax z DS. Tréningový prostriedok sa vybral z dôvodu častého používania v silovej príprave ako základné viackĺbové cvičenie v ktorom nadobudnutú úroveň možno pretaviť do zložitejších pohybových štruktúr iných športových špecializácií. Za dôležité však považujeme zistenie rozdielných počtov opakovaní v pracovných sériách vykonaných nad 90% z aktuálneho výkonu pri hmotnostiach v zóne nad 90% z najvyššej hodnoty výkonu v DS. Pre športovú prax je nesmierne dôležité uvedomiť si, že z dôvodu optimalizácie zaťaženia je potrebné rešpektovať okrem cielenosti prípravy (rozvoj rýchlostnej zložky, alebo



silovej zložky) veľkosť odporu, rýchlosť pohybu a aj intenzitu zaťaženia v podobe hodnôt výkonu. Počet pokusov pri ktorých je športovec schopný držať vysokú úroveň výkonu v pracovných sériách (odporúčané je nad 90% z aktuálneho výkonu) sú však determinované okrem spomenutých premenných aj momentálnymi dispozíciami, resp. aktuálnym stavom športovca.

Pre ďalšie sledovanie odporúčame realizovať podobný výskum a porovnať pracovné série s veľkosťami odporu mimo zóny +90% z Pmax, prípadne rozšíriť záber sledovania o použitie iného tréningového prostriedku.

2.2.3 VARIABILITA ZÓNY VÝKONOVÉHO MAXIMA NAD 90% PRI RÔZNYCH VARIÁCIÁCH DREPU

Čiastkové výsledky práce Sillíka (2014) potvrdili potrebu individualizácie zaťaženia z hľadiska veľkosti odporu, rýchlosti a rozsahu pohybu pri zachovaní intenzity zaťaženia v pracovných sériách na základe vykonania opakovaní nad 90% z aktuálne najvyššieho výkonu. Hlbšia analýza vybraných biomechanických parametrov pracovnej zóny +90% z najvyššej hodnoty priemerného výkonu z DS (Pmax) pri nami zvolenom tréningovom prostriedku zároveň naznačila problematiku možnej diferencie sledovaných premenných v závislosti od výberu tréningového prostriedku. Samotný drep ponúka rôzne alternatívy realizácie. Preto pri optimalizácii zaťaženia treba rešpektovať aj výber tréningového prostriedku - v našom prípade spôsob vykonania drepu, tak z hľadiska rozsahu, ako aj z hľadiska rýchlosti a prítomnosti letovej fázy v koncentrickej časti pohybu. Riešenie problematiky má opodstatnenie pre zabezpečenie cielenosti tréningového pôsobenia v intenciách správnej aplikácie variácií drepu v pohybovej a kondičnej príprave.

PROBLÉM

Mechanický výkon, ktorý definujeme ako súčin sily a rýchlosti považuje Tihanyi (1999) za vhodný parameter rýchlej sily. Beneke-Taylor (2010) uvádzajú, že na úrovni výkonového maxima môžeme uvažovať o najvyššej mechanickej účinnosti svalovej práce. Hodnotu výkonu môžeme meniť zvyšovaním veľkosti odporu alebo zmenou rýchlosti pohybu pri nemennej hmotnosti, najväčšie hodnoty výkonu však nebudú pri najvyšších hodnotách prekonávaného odporu a ani pri najvyššej rýchlosti pohybu. Vanderka-Kampmiller (2012) uvádzajú, že ak vzťahujeme najvyššiu hodnotu výkonu k dynamickému maximu, môžeme vyčíslieť vzťah 50-60% z 1RM (s poznámkou, že to platí len pre vybrané cvičenia). Tihanyi et al., (2003) tvrdia, že svaly sú schopné vyprodukovať najväčší mechanický výkon pri veľkosti odporu na úrovni 25-40% maximálnej statickej sily. Túto skutočnosť definoval aj Vanderka (2013)



podľa Ehlenza et al. (2003), podľa ktorých sa však úroveň maximálneho výkonu sa dosiahne približne pri 30-35% ISOmax. Pozíciu výkonového maxima môže ovplyvniť viac faktorov. Vanderka (2013) referuje o cvičeniach komplexnejšieho charakteru s požiadavkami na pomerne vysokú rýchlosť prevedenia pohybu pri ktorých sa hmotnosť s najvyššou hodnotou P_{mean} blíži k 1RM. Opiera sa pri tom o výsledky autorov Laczo et al. (2012) ktorí zmapovali špeciálne technické tréningové prostriedky (vrátane súťažných disciplín) a špeciálne silové tréningové prostriedky vo vzpieraní. Pri technických disciplínach, ktorých úspešnosť je podmienená kvalitou techniky vykonania, určitou minimálnou výškou náčinia v záverečnej fáze výťahu a rýchlosťou vykonávania pohybu, sa posúva výkonové maximum bližšie k 1RM. Hmotnosť s najvyšším priemerným výkonom registrovali v rozmedzí 89,7-98,3% z 1RM. V prípade špeciálnych silových disciplín, kde podmienkou realizácie nie sú rýchlosť vykonania a výška výťahu, ale skôr silové dispozície športovca registrovali pozíciu hmotnosti s najvyšším priemerným výkonom v rozmedzí 64,0-72,9% z evidovaného 1RM. Jedným z ďalších faktorov ovplyvňujúcich pozíciu najvyššej hodnoty P_{mean} je aj charakter a úroveň trénovanosti športovca. Jedinci s vysokou úrovňou trénovanosti na maximálnu silu dosahujú najvyššiu hodnotu P_{mean} pri vyšších percentách 1RM (Vanderka, 2013).

Drep je zaradený medzi všeobecné tréningové prostriedky rozvoja silových schopností. Ide o viackĺbový pohyb využívajúci silu veľkých svalových skupín, ktorý ponúka variabilný tréningový prostriedok pre silové a rýchlostno-silové športy. Dodržanie zásad športového tréningu, ktoré rešpektujú zdravotné aj výkonnostné hľadisko, vyžaduje správnu realizáciu pohybu na základe správneho nácviku a zdokonaľovania tréningového prostriedku (Novosád, 2012). Z hľadiska športovej praxe treba rozlíšiť spôsoby vykonania drepu tak z hľadiska rozsahu pohybu, ako aj z hľadiska rýchlosti a prítomnosti letovej fázy na konci koncentrickej časti pohybu. Výsledky prezentované autormi Tihanyi (1998), Vanderka et al. (2012) prezentujú rôzne hodnoty maximálnej izometrickej sily a silového gradientu pri statickom režime práce a rôzne hodnoty mechanickej práce a mechanickeho výkonu v dynamickom režime v závislosti od uhla pokrčenia v kolennom kĺbe. Vychádzajúc z publikácií autorov budeme aj v našej práci rešpektovať odporúčania pri výbere uhlov pokrčenia v kolennom kĺbe (90° pri polodrepe; 50° pri hlbokom drepe).

CIEĽ, ÚLOHY (HYPOTÉZY)

Cieľom výskumného sledovania bolo zistiť rozdiely medzi vybranými biomechanickými parametrami rýchlostno-silových schopností pri rôznych spôsoboch vykonania drepu (polodrep-výpon, polodrep-výskok, drep-výpon, drep-výskok). Predpokladali sme štatisticky



významné rozdiely vybraných parametrov silových schopností a biomechanických parametrov na úrovni najvyššej hodnoty priemerného výkonu v diagnostickej sérii (P_{max}), ako aj parametrov zóny +90% z P_{max} v závislosti od spôsobu vykonania drepu. Podobne signifikantné rozdiely sme predpokladali v súvislosti s hodnotami indexov sledovaných premenných na úrovni P_{max} ($R_{P_{max}}$, R_m , R_v), ako aj indexov sledovaných premenných sledovanej zóny +90% z P_{max} (R_l).

METODIKA

Do výskumného súboru boli zaradení probandi ($n=12$) rôznych športových špecializácií s priemerným decimálnym vekom k dátumu merania $23,2 \pm 1,45$ roka (priemerná telesná výška $180,4 \pm 6,64$ cm, priemerná telesná hmotnosť $79,8\text{kg} \pm 8,00\text{kg}$). Probandi (študenti FTVŠ UK) absolvovali semester spoločnej pohybovej prípravy. Obsahom pohybovej prípravy bol nácvik a zdokonaľovanie komplexných tréningových prostriedkov vrátane drepu, čím sa zabezpečila vyššia homogenita súboru.

Pri zisťovaní biomechanických parametrov a ukazovateľov rýchlostno-silových schopností pri rôznych spôsoboch realizácie drepu vykonali probandi štyri testy diagnostickej série (polopodrep-výpon, polodrep-výskok, drep-výpon, drep-výskok). Merania sa uskutočnili počas dvoch testovaní s časovým odstupom dvoch dní vo vopred stanovených kombináciách (drep-výpon a polodrep-výpon, resp. drep-výskok a podrep-výskok). Pri zvolených kombináciách tréningových prostriedkov zostal zachovaný charakter cvičenia z hľadiska prítomnosti, alebo absencie letovej fázy pohybu. Menil sa ale rozsah pohybu, resp. hĺbka drepu. Diagnostickú sériu vykonávali až do dosiahnutia hmotnosti, pri ktorej klesol výkon pod 90% z registrovanej najvyššej hodnoty priemerného výkonu (P_{max}). Takýto postup nám umožnil zistiť úroveň výkonového maxima (P_{max}) a určiť tak aj „pracovnú“ zónu +90% z P_{max} . Inštrukcie sa týkali vykonania koncentrickej fázy pohybu. Ustupujúci režim (excentrická fáza pohybu) bol bez inštrukcií, resp. s poznámkou, aby proband prispôbil vykonanie tejto fázy pohybu podmienkam vykonania koncentrickej fázy s maximálnym úsilím. V prípade cvičení drep-výskok a drep-výpon vykonali probandi so závažím hlboký drep s plným rozsahom pohybu (predpokladom dosiahnutia a dodržania plného rozsahu pohybu podľa odporúčaní Tihanyi (1998) a Vanderka et al. (2012) bola rovnaká pohybová skúsenosť probandov so špeciálnou pohybovou prípravou, zameranou na komplexné tréningové prostriedky). Nadväzujúca koncentrická fáza pohybu so zámerom maximálnej rýchlosti pohybu po výpon (na špičky, spôsobom aby nedošlo k letovej fáze) alebo do výskoku bola smerodajným z hľadiska nášho sledovania. Inštrukcie pre probandov sa preto týkali dodržania plného rozsahu pohybu a vykonania koncentrickej



fázy maximálnym úsilím. Pri excentrickej fáze pohybu neboli inštrukciami obmedzení, mali ju realizovať s dôrazom na nasledujúcu, prekonávajúcu časť pohybu. V prípade cvičení polodrep-výskok a polodrep-výpon sme zabezpečili mäkkým dorazom rozsah excentrickej fázy pohybu po 90°-vý uhol v kolennom kĺbe. Tento uhol bol v prípade, každého probanda nastavený osobitne. Inštrukcie týkajúce sa excentrickej ako aj koncentrickej fázy pohybu boli identické ako v prípade diagnostických sérií pri cvičení drep-výskok a drep-výpon. Údaje o výkone a o ostatných premenných (rýchlosť pohybu, dráha pohybu) sme zaznamenali pomocou diagnostického zariadenia Fitro Dyne Premium.

Pri porovnaní vybraných spôsobov vykonania drepu okrem výstupných údajov z diagnostického zariadenia sme zvolili rôzne indexy sledovaných premenných (Index „ R_{Pmax} “; Index „ R_m “; Index „ R_v “; Index „ R_{P+90} “; Index „ R_l “), ktoré nám umožnili porovnať významnosť vzťahu sledovaných parametrov v rôznych merných jednotkách. Navrhnuté indexy predstavovali pomer variačného rozpätia sledovaného parametra (P_{max} , m , v , $P+90$ a poklesu rýchlosti na 1kg hmotnosti v zóne +90% z P_{max} v DS) k najvyššej hodnote z registrovaných hodnôt a k priemeru hodnôt z diagnostických sérií.

Indexy sledovaných premenných pri najvyššej hodnote výkonu v DS (P_{max})

Index „ R_{Pmax} “ predstavuje pomer variačného rozpätia sledovaných maximálnych hodnôt výkonu v diagnostických sériách vybraných tréningových prostriedkov (P_{max}) k najvyššej z hodnôt P_{max} (k max. P_{max}) a k priemeru najvyšších hodnôt P_{max} (k $\bar{P}_{max}$).

Index „ R_m “ predstavuje pomer variačného rozpätia hmotností, pri ktorých sa registroval P_{max} v diagnostických sériách sledovaných tréningových prostriedkov k najvyššej hodnote hmotnosti (k max. hm.) a k priemeru hmotností s P_{max} (k $\bar{hm}$).

Index „ R_v “ predstavuje pomer variačného rozpätia priemerných rýchlostí, ktoré boli registrované pri P_{max} v diagnostických sériách sledovaných tréningových prostriedkov k najvyššej hodnote rýchlosti (k max. rýchľ.) a k priemeru rýchlostí pri P_{max} (k $\bar{rýchľ.}$).

Indexy sledovaných premenných zóny +90% z P_{max}

Index „ R_{P+90} “ predstavuje pomer variačného rozpätia sledovaných priemerných hodnôt P_{mean} v zóne +90% z P_{max} v DS sledovaných tréningových prostriedkov, k najvyššej priemernej hodnote P_{mean} zóny (k max. P_{mean}) a k priemeru najvyšších hodnôt priemerov P_{mean} v zóne +90% z P_{max} (k $\bar{P}_{mean}$).



Index "R_i" predstavuje pomer variačného rozpätia poklesu rýchlosti na 1kg hmotnosti v zóne +90% z P_{max} v DS sledovaných tréningových prostriedkov k najvyššej hodnote poklesu rýchlosti na 1kg (k max. index) a k priemeru hodnôt poklesu rýchlosti na 1kg (k $\bar{x}$ index).

(potrebné údaje k výpočtu: rozsah zón z hľadiska hmotnosti, rozsah zón z hľadiska rýchlosti, pokles rýchlosti na 1kg zóny +90% z P_{max})

Pri výbere vhodného štatistického nástroja pri hodnotení významnosti rozdielov sme rešpektovali malú početnosť súboru a predpoklad neplnenie podmienky normality rozdelenia dát, preto sme volili neparametrickú metódu, Wilcoxonov T-test. Vo všetkých sledovaných parametroch sme stanovili kritérium 1% a 5%-nej hladiny štatistickej významnosti ($p < 0,01$, $p < 0,05$).

VÝSLEDKY

Tab. 6: Poradie vybraných tréningových prostriedkov na základe biomechanických parametrov silových schopností (výkon, hmotnosť, rýchlosť) na úrovni najvyššej hodnoty priemerného výkonu v diagnostickej sérii

Parameter		Poradie tréningových prostriedkov			
		1.	2.	3.	4.
Výkon [W]	Tr. prostr.	Polodrep výskok	Polodrep výpon	Drep výskok	Drep výpon
	Priemer [W]	918,5	894,8	811,1	803,7
	SD	164,43	154,76	137,86	146,16
Hmotnosť [kg]	Tr. prostr.	Polodrep výpon	Polodrep výskok	Drep výpon	Drep výskok
	Priemer [kg]	135,8	115,0	98,3	87,5
	SD	21,09	23,93	20,38	9,65
Rýchlosť [cm.s ⁻¹]	Tr. prostr.	Drep výskok	Drep výpon	Polodrep výskok	Polodrep výpon
	Priemer [kg]	94,1	84,0	82,3	67,7
	SD	9,05	7,97	10,08	9,39

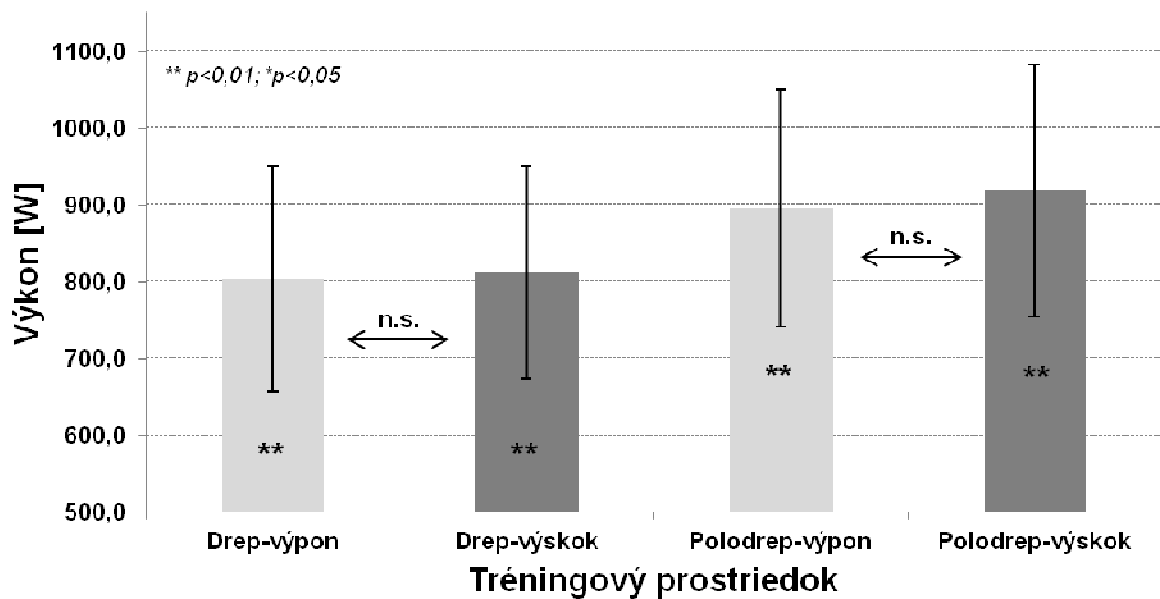


Pri porovnaní sledovaných biomechanických parametrov rýchlostno-silových schopností sme predpokladali rozdiely v závislosti od spôsobu vykonania drepu. Na základe výsledkov sme zoradili tréningové prostriedky do poradia, kde však kritériom bol vždy iný parameter. Predpoklad zmien poradí sa potvrdil (tabuľka 6, 7). Pri hodnotení signifikantnosti rozdielov sme sa sústredili na najvyššiu hodnotu priemerného výkonu (P_{max}), na hmotnosť a rýchlosť pri P_{max} .

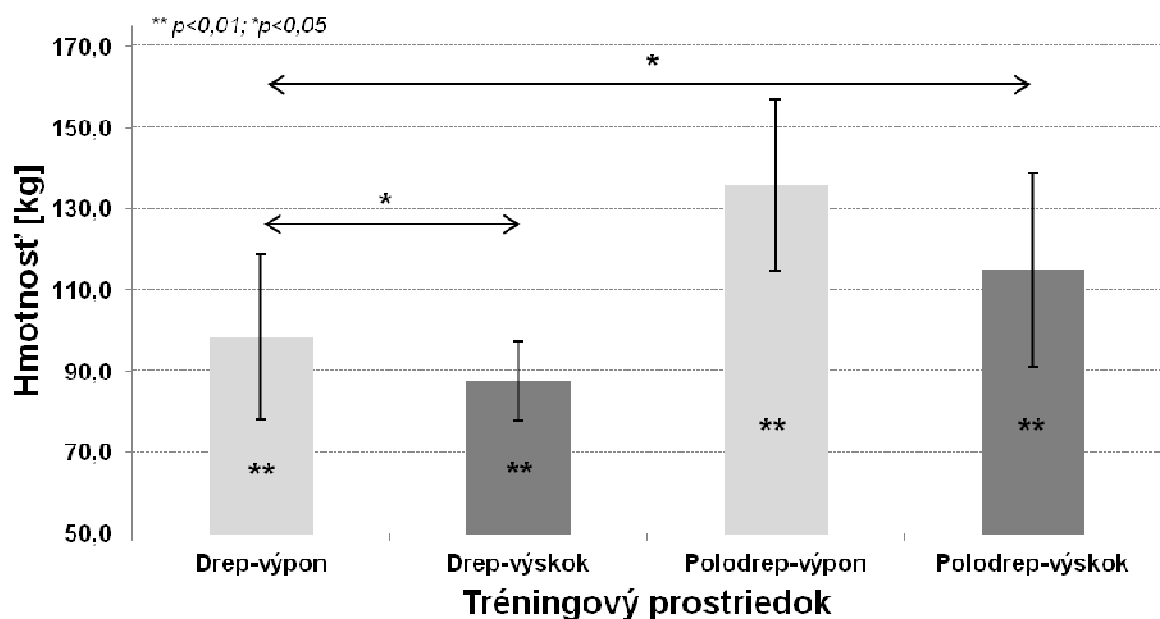
Tab. 7: Poradie vybraných tréningových prostriedkov na základe biomechanických parametrov silových schopností (výkon, práca, rozsah pohybu - ROM) na úrovni najvyššej hodnoty priemerného výkonu v diagnostickej sérii

Parameter		Poradie tréningových prostriedkov			
		1.	2.	3.	4.
Výkon [W]	Tr. prostr.	Polodrep výskok	Polodrep výpon	Drep výskok	Drep výpon
	Priemer [W]	918,5	894,8	811,1	803,7
	SD	164,43	154,76	137,86	146,16
Práca [J]	Tr. prostr.	Drep výpon	Drep výskok	Polodrep výpon	Polodrep výskok
	Priemer [kg]	736,0	732,6	660,6	639,4
	SD	148,68	102,92	117,44	129,92
ROM [cm]	Tr. prostr.	Drep výskok	Drep výpon	Polodrep výskok	Polodrep výpon
	Priemer [kg]	85,3	76,8	57,0	49,6
	SD	6,85	8,40	6,67	4,13

V prípade P_{max} (obrázok 10) sme zistili významné rozdiely na 1%-nej hladine štatistickej významnosti. Medzi modifikáciami hlbokého drepu, ako aj medzi modifikáciami polodrepu sme však nezaznamenali signifikantný rozdiel. V prípade tréningových prostriedkov polodrep-výpon a polodrep-výskok boli dosiahnuté vyššie hodnoty P_{max} , čo vysvetľujeme absenciou potreby prekonať kritickú fázu pohybu okolo rozsahu pri 90° v kolennom kĺbe. Olasz et al. (2012) dokonca uvádzajú, že pri takomto pokrčení kolena sa aktivizujú spätnoväzobné mechanizmy ochrany prostredníctvom proprioreceptorov, z dôvodu nadhraničných hodnôt napätia a na určitú krátku dobu sa reflexne utlmí kontrakcia.



Obr. 10: Test významnosti rozdielov najvyššej hodnoty priemerného výkonu (P_{max}) v závislosti od spôsobu vykonania drepu



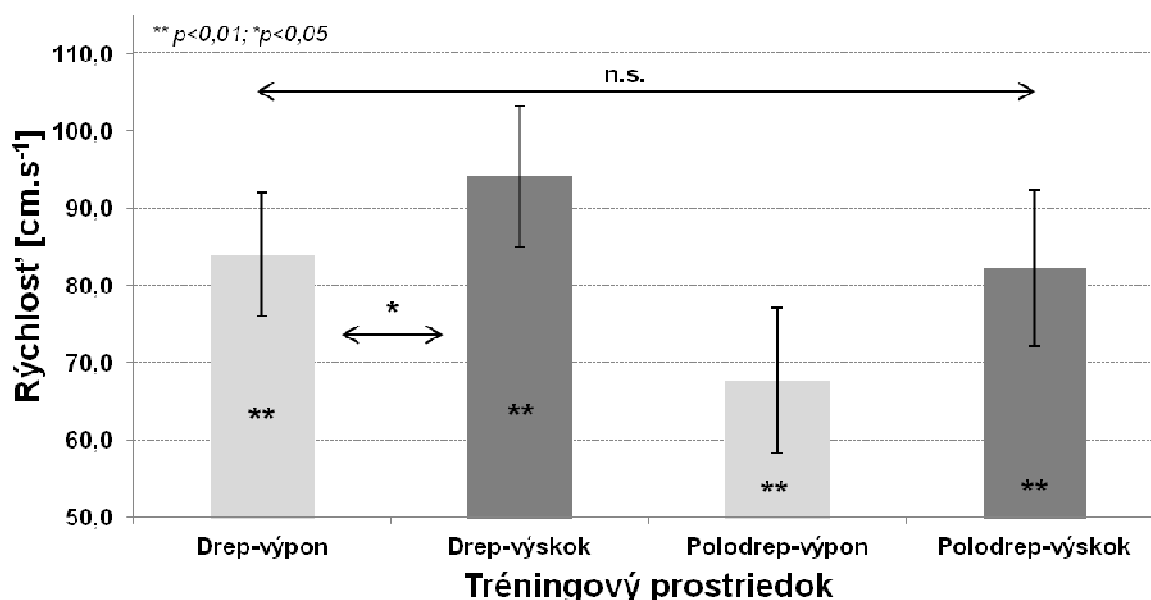
Obr. 11: Test významnosti rozdielov veľkosti vonkajšieho odporu pri P_{max} v závislosti od spôsobu vykonania drepu

Pri analýze hodnôt veľkosť odporu pri najvyššej hodnote priemerného výkonu v diagnostickej sérii v závislosti od spôsobu vykonania drepu sme zaznamenali signifikantné rozdiely medzi jednotlivými tréningovými prostriedkami (obrázok 11). Poradie cvičení však bol iný, ako v prípade P_{max} . Je jednoznačné, že pri prekonaní vonkajšieho odporu bude limitujúcim dráha, resp. rozsah pohybu ako aj kritické fázy pohybu (v našom prípade práve prekonanie 90° -ového uhla v kolennom kĺbe), preto považujeme vyššie hodnoty hmotností pri polodrepech za prirodzené. Vzniká potreba hodnotiť náročnosť pohybu



nielen na základe veľkosti vonkajšieho odporu, ale rešpektovať aj pákové mechanizmy a vznik momentov síl, ktoré sú podstatné pri determinovaní reálnych nárokov na jednotlivca.

Priemerné rýchlosti v koncentrickej fáze pohybu pri najvyššej hodnote priemerného výkonu v diagnostickej sérii pri rôznych spôsoboch vykonania drepu vykazovali štatisticky významné rozdiely pri jednotlivých tréningových prostriedkoch (obrázok 12). Výnimka sa týkala len cvičení polodrep-výskok v porovnaní s drep-výpon. Náš predpoklad rozdielných rýchlostí pohybu vychádzal z biomechanických zákonitostí, ktoré referujú o možnosti dosiahnutia vyšších rýchlostí pohybu pri predĺžení dráhy pohybu. Výsledok sa však javil byť ako jednoznačný pri skutočnosti malej variability výkonov pri zvolených prostriedkoch a pri analýze veľkostí vonkajšieho odporu. Pri menšom rozptyle výkonu a poznaní veľkosti vonkajšieho odporu, ktorý bol jeden z determinantov výkonu, bol jasný záver vo vzťahu k rýchlosti pohybu.



Obr. 12: Test významnosti rozdielov priemernej rýchlosti v koncentrickej fáze pohybu pri P_{max} v závislosti od spôsobu vykonania drepu

V prípade ostatných biomechanických parametrov silových schopností sme podobným spôsobom hodnotili rozdiely na štatistickej hladine významnosti. Pri mechanickej práci sme registrovali podobné rozdiely ako v prípade výkonu. Signifikancia rozdielov sa potvrdila skoro v každom prípade, výnimku predstavovali rozdiely medzi modifikáciami hlbokého drepu, ako aj medzi modifikáciami polodrepu, v prípade ktorých sme nezaznamenali významný rozdiel. V prípade rozsahu pohybu v koncentrickej fáze pri najvyššej hodnote priemerného výkonu v diagnostickej sérii sme zaznamenali štatistickú významnosť rozdielov na 1%-nej hladine pri porovnaní všetkých variácií drepu.

Pri hodnotení tréningových prostriedkov na základe pracovnej zóny +90% z P_{max} sme skonštatovali rovnaké poradie tréningových



prostriedkov ako pri najvyššej hodnote generovaného výkonu v diagnostickej sérii. Pripisovať to možno tomu, že percentá zóny boli počítané z najvyššej hodnoty výkonu v diagnostickej sérii.

Osobitnú pozornosť sme však venovali rozsahu zón pri sledovaných tréningových prostriedkoch, konkrétne poklesu rýchlosti (Δv) na 1kg hmotnosti v zóne +90% z P_{max} v diagnostickej. Nami vybraný parameter je závislý na rozdieloch hmotností a rýchlostí ako aj na šírke sledovanej zóny +90% z P_{max} . Prezenterovaný výsledok treba podrobiť hlbšej analýze, predpokladom platnosti výstupov však bude vychádzať z intraindividuálneho posúdenia sledovaného premenného. Výsledky platné na sledovaný súbor uvádzame v tabuľke 8.

Tab. 8: Vyhodnotenie tréningových prostriedkov na základe poklesu rýchlosti na kg hmotnosti v zóne +90% z P_{max}

Parameter		Poradie tréningových prostriedkov			
		1.	2.	3.	4.
Pokles rýchlosti na kg hmotnosti v zóne +90% z P_{max} [$\text{cm.s}^{-1}/\text{kg}$]	Tr. prostr.	Drep výskok	Drep výpon	Polodrep výskok	Polodrep výpon
	Priemer [$\text{cm.s}^{-1}/\text{kg}$]	1,011	0,913	0,657	0,490
	SD	0,152	0,329	0,228	0,185

Pri porovnaní vybraných spôsobov vykonania drepu sme okrem výstupných údajov z DS použili aj indexy sledovaných premenných, ktoré umožnili porovnanie významnosti vzťahov sledovaných parametrov v rôznych merných jednotkách (tabuľka 9).

Hodnota **Indexu " $R_{P_{max}}$ "** k najvyššej hodnote P_{max} medzi tréningovými prostriedkami predstavovala 0,165 ($SD=0,062$) ,čo predstavuje 16,5% variačného rozpätia vo vzťahu k najvyššej hodnote P_{max} . K priemeru najvyšších hodnôt P_{max} bola hodnota indexu 0,184 ($SD=0,074$), resp. 18,4% variačného rozpätia vo vzťahu k priemeru najvyšších hodnôt P_{max} sledovaných tréningových prostriedkov.

Hodnota **Indexu „ R_m “** vzťahovaná k najvyššej hodnote hmotnosti pri P_{max} bola 0,367 ($SD=0,063$), čo predstavuje 36,7% variačného rozpätia a 0,465 ($SD=0,123$) k priemeru hmotností pri ktorých sa registrovali najvyššie hodnoty P_{mean} (46,5% variačného rozpätia vo vzťahu k priemeru hmotností).

Hodnota **Indexu „ R_v “** k najvyššej hodnote rýchlosti pri P_{max} bola 0,292 ($SD=0,079$), čo predstavuje 29,2% variačného rozpätia vo vzťahu k spomínanej najvyššej hodnote rýchlosti a 0,342 ($SD=0,102$) k priemeru rýchlostí pri P_{max} (34,2% variačného rozpätia vo vzťahu k priemeru rýchlostí).



Pri porovnaní hodnôt vybraných indexov sme konštatovali, že ukazovateľ P_{max} nevykazuje takú vysokú variabilitu pri sledovaných tréningových prostriedkoch ako veľkosť vonkajšieho odporu a rýchlosť pohybu. Pri výbere tréningového prostriedku teda nebude stačiť sledovať iba parametre výkonu. Javí sa byť dôležité zohľadniť aj ostatné sledované premenné, ktorých poznanie vysvetlí možný odlišný efekt tréningového pôsobenia pri približne rovnakých parametroch výkonu.

Tab. 9: Hodnoty indexov sledovaných premenných ($R_{P_{max}}$, R_m , R_v)

Index		Priemer	SD
Index " $R_{P_{max}}$ "	k max. P_{max}	0,165	0,062
	k ø P_{max}	0,184	0,074
Index " R_m "	k max. hm.	0,367	0,063
	k ø hm.	0,465	0,123
Index " R_v "	k max. rýchľ.	0,292	0,079
	k ø rýchľ.	0,342	0,102

Pri analýze sledovaných premenných v zóne +90% z P_{max} vykazoval **Index " R_l "** hodnoty 0,614 (SD= 0,204) vo vzťahu k najvyššej hodnote poklesu rýchlosti na 1kg hmotnosti v zóne a 0,881 (SD= 0,352) k priemeru hodnôt poklesu rýchlosti na 1kg hmotnosti v zóne pri sledovaných tréningových prostriedkoch (tabuľka 10). Sledovaný index potvrdil vysokú variabilitu tréningových prostriedkov v súvislosti s poklesom rýchlosti na 1kg hmotnosti v zóne +90% z P_{max} .

Tab. 10: Hodnoty indexov sledovaných premenných (R_l)

Index		Priemer	SD
Index " R_l "	k max. index	0,614	0,204
	k ø index	0,881	0,352

ZÁVER

Výsledky výskumu potvrdili štatisticky významné rozdiely sledovaných parametrov pri vybraných tréningových prostriedkoch. Poradia disciplín však boli rozdielne v závislosti od kritérií hodnotenia v podobe zvoleného parametra. Zistené hodnoty najvyšších priemerných výkonov v diagnostickej sérii v závislosti od spôsobu vykonania drepu



boli štatisticky významné vo všetkých nami vybraných biomechanických ukazovateľoch. Zvolené indexy umožnili bližšie zistiť rozdielnú mieru variačných rozpätí jednotlivých parametrov. Hodnoty indexov R_{Pmax} ($0,165 \pm 0,062$), R_m ($0,367 \pm 0,063$) a R_v ($0,292 \pm 0,079$) ukazujú, že R_{Pmax} dosiahol na rozdiel od R_m a R_v menšiu mieru variačného rozpätia, čo naznačuje, že výkony boli približne na rovnakej úrovni, sprievodné parametre ako rýchlosť a veľkosť vonkajšieho odporu však už také stabilné neboli. Predpokladáme, že pri výbere tréningového prostriedku nestačí sledovať iba jeden parameter pri dávkovaní zaťaženia, ale je nutné pre dosiahnutie žiaduceho efektu a zabezpečenia optimalizácie zaťaženia zohľadniť aj ostatné sledované premenné.

Výsledkami predkladaného príspevku sme chceli determinovať tréningové premenné pri intenzifikácii a optimalizácii zaťaženia v silovej príprave. Záverom by sme však chceli zdôrazniť, že vzhľadom na malú početnosť súboru je žiaduce overiť naše zistenia a použiť predkladané výsledky len ako čiastkové, východiskové informácie pri individualizácii tréningového zaťaženia.

POUŽITÁ LITERATÚRA

BENEKE, R. a M. TAYLOR. 2010. What gives bolt the edge-A.V. Hill knew it already! Journal of biomechanics, 2010.

BOSCO, C. Strength assessment with the Bosco's Test. Rome: Italian society of sport science, 1999. 165 s.

BUZGÓ, G., KORPA, Š., KOVÁČ, M. 2012. Terminológia a kategorizácia tréningových prostriedkov vo vzpieraní. In KOLEKTÍV AUTOROV *Vzpieranie I. - učebné texty pre trénerov*. 1. vyd. Bratislava : ICM Agency, 2012, s. 66-72. ISBN 978-80-89257-56-0

BUZGÓ, G., NOVOSÁD, A. 2013. Škola drepu I. - drep, komplexný tréningový prostriedok pohybovej a kondičnej prípravy. In KOLEKTÍV AUTOROV *Vzpieranie II. Učebné texty pre trénerov*. Bratislava : ICM Agency, 2013 ISBN 978-80-89257-56-0

DYLEVSKÝ, I. 2009. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2009. 180 s. ISBN 978-80-247-1648-0

FEHÉR, T. 2006. *Olympic weightlifting*. 2nd ed. Budapest : Tamas Strength Sport Libri Publishing House, 2006. 307 p. ISBN 963-06-0139-7

KAMPMILLER et al. Teória športu a didaktika športového tréningu. Bratislava 2012. ISBN 978-80-89257-48-5.

KOLÁŘ, P. 2010. Vyšetření svalového tonu. In KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2010, s. 56-65. ISBN 978-80-7262-657-1



- KOLÁŘ, P., ŠAFÁŘOVÁ, M. 2010. Dynamická neuromuskulární stabilizace. In KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2010, s. 233-246. ISBN 978-80-7262-657-1
- LACZO, E., BUZGÓ, G., KOVÁČ, M. 2012. Ukazovatele intenzity zaťaženia pri komplexných tréningových prostriedkoch vo vzpieraní. In KOLEKTÍV AUTOROV *Vzpieranie I. - učebné texty pre trénerov*. 1. vyd. Bratislava : ICM Agency, 2012, s. 55-63. ISBN 978-80-89257-56-0
- LEHNERT, M., NOVOSAD, J. et al. 2010. Síla. In LEHNERT, M., NOVOSAD, J. et al. *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. s 18-50. ISBN 978-80-244-2614-3
- NEUMANN, G., PFÜTZNER, A., HOTTENROTT, K. 2007. *Trénink pod kontrolou*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2007. 184 s. ISBN 80-247-0947-3
- NOVOSÁD, A., 2012. Optimalizácia rozvoja silových schopností z hľadiska využitia pružinových systémov pohybového aparátu. Dizertačná práca. Školiteľ: Doc. Marián Vanderka, PhD., Bratislava: Univerzita Komenského, 2012. 100 s.
- OLASZ, D., 2012. Zmeny vybraných parametrov sily pri cvičení drep v závislosti od veľkosti pokrčenia v kolennom kĺbe. Bakalárska práca. Školiteľ: Doc. Marián Vanderka, PhD., Bratislava: Univerzita Komenského, 2012. 41s.
- SHICKHOFER, P. 2003. Sila a výkon pri rôznych rýchlostiach svalovej kontrakcie u športovcov vybraných špecializácií. In *Acta facultatis educationis physicae Universitatis Comenianae*, 2003, č. XLVI, s. 79-138. ISBN 80-223-1914-7
- SCHICKHOFER, P., CVEČKA, J. 2011. Diagnostika silových schopností I. In KOLEKTÍV AUTOROV *Vzpieranie pre rozvoj sily a kondície, uplatnenie prostriedkov vzpierania v kondičnej príprave*. 1. vyd. Bratislava : ICM Agency, 2011, s. 58-64. ISBN 978-80-89257-34-8.
- SILLÍK, G., 2014. Zaťaženie v zóne nad 90% z výkonového maxima z hľadiska veľkosti odporu. Bakalárska práca. Školiteľ: Mgr. Adrián Novosád, PhD., Bratislava: Univerzita Komenského, 2014. 46s.
- TIHANYI, J. 1998. Az izmok élettani és biomechanikai tulajdonságainak változtatási lehetőségei edzéssel. In *Magyar edző*, 1998, č. 2, pp. 4-10.
- TIHANYI, J. 1999. Fyziologické a biomechanické základy adaptácie na tréningové zaťaženie. In *Zborník vedeckých prác Katedry atletika FTVŠ UK*, 1999, č. 3, s. 3-12. ISBN 80-968252-0-8
- TIHANYI, J., 1999. Izomero képességek mérése. In: *Magyar edzo*. Budapest 1999.
- TIHANYI, J., VÁCZI, M., RÁCZ, L. 2003. Izomerő és teljesítmény. In *Magyar Súlyemelés*, 2003, pp. 36-48.
- VANDERKA, M. 2013. *Silový tréning pre výkon*. 1. vyd. Bratislava : Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport, 2013. 270 s. ISBN 978-80-89075-40-9



VANDERKA, M., KAMPMILLER, T., 2012. Silové schopnosti a ich rozvoj. In KAMPMILLER et al. *Teória športu a didaktika športového tréningu*. Bratislava : ICM Agency, 2012, s. 113-156. ISBN 978-80-89257-48-5

VANDERKA, M., OLASZ, D., LONGOVÁ, K. 2012. Parametre sily pri cvičení drep v závislosti od veľkosti pokrčenia v kolennom kĺbe. In KOLEKTÍV AUTOROV *Vzpieranie I. - učebné texty pre trénerov*. 1. vyd. Bratislava : ICM Agency, 2012, s. 46-54. ISBN 978-80-89257-56-0

ZATSIORSKY, V. M., KRAEMER, V. J. 2006. Science and Practice of Strength Training. 2nd ed. Illinois : Human Kinetics, 2006. 264 p. ISBN 978-0-7360-5628-1

ZAWIEJA, M. 2008. *Leistungsreserve Hanteltraining*. Münster : Philippka-Sportverlag, 2008. 142 p. ISBN 978-3-8941-175-9.



INDIVIDUALIZÁCIA VZPIERAČSKÉHO TRÉNINGU NA ZÁKLADE MODIFIKÁCIE BULHARSKEJ METÓDY

Rastislav Feč

*Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Ústav telesnej výchovy a športu,
Slovensko*

Doc. Mgr. Rastislav Feč, PhD.

Periodizácia rozvoja silových schopností vo vzpieraní

Vzpieranie je športom, pri ktorom hlavnú úlohu zohrávajú tri podstatné faktory determinujúce výkon vo vzpieraní, ktorými sú sila, rýchlosť a technika. Preto celá periodizácia vo vzpieraní je periodizáciou rozvoja silových schopností a výbušnosti, ktoré sa rozvíjajú vzpieračskými súťažnými cvičeniami alebo ich variáciami. Periodizácia rozvoja silových schopností vo vzpieraní môžeme rozdeliť do nasledujúcich fáz:

- 1. Anatomická adaptácia - rozvoj svalovej hypertrofie 6 – 12 RM**
- 2. Maximálna sila 1 – 5 RM**
- 3. Konverzia sily do športového výkonu 1 – 2 opakovania**
- 4. Ladenie športovej formy**

Anatomická adaptácia – rozvoj svalovej hypertrofie 6 – 12 RM

Pre rozvoj silových schopností je potrebný základ, na ktorom je možné tento rozvoj budovať. Základ vytvára svalová hypertrofia, pretože svalová sila je závislá od fyziologického prierezu svalu. V tomto období rozvíjame ako myofibrilárnu hypertrofiu, tak aj sarkoplazmatickú, ktorá sa podieľa na zvyšovaní vytrvalostných schopností svalu. To je tiež dôležité, pretože sme schopní s istou hmotnosťou vykonať viac opakovaní, čím viac pôsobíme na bielkovinový metabolizmus svalového vlákna a tým ovplyvňujeme aj myofibrilárnu hypertrofiu. Hypertrofia však nie je jediným faktorom ovplyvňujúcim silové schopnosti. Význam anatomickej adaptácie spočíva v:

- budovaní svalovej hmoty, ktorá vytvára základ pre rozvoj silových schopností,
- vytváraní krátkodobej pracovnej kapacity, ktorá umožní efektívne zvládnuť tréning vedený vyššou intenzitou a výrazne podporí regeneračné schopnosti,
- prevencii zranení.

Obdobie anatomickej adaptácie trvá 4 – 6 týždňov. Pre mladších pretekárov, ktorí sa v predchádzajúcich rokoch nevenovali dostatočne rozvoju silových schopností odporúča Bompá – Haff (2009, s. 140) 9 – 12 týždňov. Pre túto fázu je charakteristický vyšší počet opakovaní



typický pre naberanie svalového objemu. Pre svalový objem je optimálny počet opakovaní v rozmedzí 6 – 12 s hmotnosťou 60 – 80 % z maxima. Pre vzpieranie bude vhodnejšie držať sa okolo hranice nižšieho počtu opakovaní, to znamená v rozmedzí 6 – 8 opakovaní pre nešpecifické cvičenia.

*Tabuľka 1: Odhad počtu opakovaní pre dané percento z maxima
(Dovalil et al., 2002, s. 112)*

Opakovacie maximum	% z maxima
1	100
2 - 3	99 - 90
4 - 6	89 - 80
7 - 10	79 - 70
11 - 15	69 - 60
16 - 20	59 - 50
21 - 30	49 - 40
30 a viac	39 - 30
50	30

Pre trh nadhod a ich variácie bude vhodnejšie ponechať nízky počet opakovaní v rozmedzí 1 – 3. V tejto váze využívame vo väčšej miere menej nešpecifické cvičenia ako drepy vzadu, pozdvihy, rumunsky mŕtvy ťah, výťahy, silové tlaky vpredu, tlaky v ľahu na lavičke, bicepsové zhyby v stoji, franúzky tlak atď. Do tejto fázy je vhodné zaradiť aj rôzne variácie trhov a nadhodov pre nácvik slabých miest v technike súťažných disciplín. Rozvoj svalovej hypertrofie si však môžeme dovoliť len u pretekárov, ktorí majú rezervy, čo sa týka ich hmotnostnej kategórie. Prílišným rozvojom svalovej hmoty by mohol pretekár prejsť do vyššej hmotnostnej kategórie, čo by nemuselo byť žiaduce. Preto je potrebné zvážiť nakoľko tento spôsob tréningu využívať u konkrétneho športovca. Ak nie je žiaduci nárast svalovej hmoty, je potrebné túto fázu skrátiť na 2 týždne a prejsť na tréning rozvoja maximálnej sily.

Maximálna sila 1 – 5 RM

Vo fáze hypertrofie sa snažíme zvýšiť fyziologický prierez a tým aj silu svalových vlákien. Vo fáze naberania maximálnej sily učíme svalové vlákna zapájať do činnosti v čo najväčšom množstve a ďalej pôsobiť na rozvoj, ale len myofibrilárnej hypertrofie. Táto fáza trvá 1 -3 mesiace v závislosti od nárokov športového odvetvia. V tejto fáze sa zvyšuje hmotnosť závažia na 85 – 100 % z maxima s postupným nárastom intenzity. Znižuje sa počet opakovaní v sérii z 5 až na 1 opakovanie pre nešpecifické cvičenia. Počet opakovaní pre nešpecifické cvičenia závisí aj od typu cvičení, kde napríklad pre jednokĺbové cvičenia je vhodné ponechať 5 opakovaní v sérii. Pre trh a nadhod poprípadne ich variácie je



vhodné vykonávať 1 – 2 opakovania (2 opakovania pri ľahších hmotnostiach). Intenzita pre súťažné disciplíny v tejto fáze môže tvoriť 100% z maxima. V tomto období by sa mal redukovať objem variácií trhov a nadhodov s koncentráciou na súťažné disciplíny. Taktiež by sa mal redukovať objem doplňujúcich jednorukých cvičení.

Konverzia sily do športového výkonu (1 – 2 opakovania)

V tejto fáze je potrebné konvertovať maximálnu silu do typu výbušnej sily potrebnej pre športový výkon. To znamená, že musíme zapojiť čo najväčší počet rýchlych svalových vlákien. Musíme ich naučiť zapojiť sa čo najrýchlejšie a čo najväčšou silou (Feč, 2013, s. 78). Väčšina športov vyžaduje kombináciu výbušnosti s vytrvalosťou. Pre vzpieranie je charakteristická kombinácia maximálnej sily a rýchlosti. Na tento účel sú najlepšie súťažné disciplíny trh a nadhod. To znamená, že vo vzpieraní bude objem týchto tréningových prostriedkov v tejto fáze narastať na úkor menej špecifických cvičení. V menšej miere sa budú vykonávať pozdvihy a výťahy, zníži sa objem drepov vzadu na úkor drepov vpredu. Môže sa znížiť celkový objem drepov a tiež mierne ich intenzita.

Bulharská metóda

Tvorcom bulharskej metódy bol tréner bulharských vzpieračov Ivan Abadjiev, Narodil sa v roku 1932 a ako člen bulharskej reprezentácie vo vzpieraní v roku 1953 získal 2 miesto na majstrovstvách sveta. V roku 1969 bol menovaný za reprezentačného trénera bulharských vzpieračov. Počas jeho 25 ročného trénerského pôsobenia v Bulharsku vychoval 12 olympijských víťazov, 57 majstrov sveta a 64 majstrov Európy. Napríklad v roku 1986 na majstrovstvách sveta vo vzpieraní získala bulharská reprezentácia zlatú medailu v dvojboji v 7 hmotnostných kategóriách, zatiaľ čo ruská reprezentácia len v 2 hmotnostných kategóriách, čím sa bulharská reprezentácia stala najúspešnejším tímom v histórii vzpierania. Ivan Abadjiev dokázal udržať len 8 miliónový národ na vrchole vzpierania 25 rokov.

Aj napriek úspechom bulharskej školy vzpierania ich tréningová metóda má aj značné negatíva. Jedným z najpodstatnejších negatív tejto metódy je vysoký výskyt zranení, o čom svedčí aj prezývka „mäsiar“, ktorú si vyslúžil tento úspešný tréner bulharského vzpierania. Jeho tréningová filozofia spočíva na niekoľkých princípoch na základe ktorých, stojí celá koncepcia Bulharskej metódy tréningu.

1. Intenzita tréningových stimulov

Keďže vzpieranie je športom pri ktorom, pri ktorom sa športovec pokúša dvihnúť čo najvyššiu hmotnosť, tréningové stimuly musia dostatočne kopírovať túto požiadavku. Abadjiev tvrdí, že pre optimálny



vzpieračský výkon sú potrebné podnety na úrovni minimálne 95 – 97% z maxima (Everett, 2009, s. 248). To znamená, že športovec musí dvíhať hmotnosti na hranici svojich možností aby dosiahol adekvátny tréningový stimul. Meradlom hranice možností športovca bolo pre bulharských vzpieračov „denné maximum“, čo znamenalo maximálnu hmotnosť, ktorú bol športovec schopný dvihnúť v daný deň. Táto hmotnosť sa mohla značne líšiť od osobného maxima športovca. Pre dosiahnutie denného maxima používal pyramídu o 1, maximálne o 2 opakovaniach s cieľom čo najrýchlejšieho dosiahnutia hmotnosti, ktorú už športovec nedokázal zdvihnúť. Vo všeobecnosti sa vykonalo najviac 3 – 4 pokusov o dvíhnutie maximálnej hmotnosti. Ak boli neúspešné, maximálna hmotnosť bola najvyššia úspešne zdvihnutá hmotnosť. Na najvyššej zdvihnutej hmotnosti v tomto dni športovec vykonal 1 – 10 pokusov podľa toho ako sa cítil.

Podľa bulharskej metódy tréningu sa vykonávalo najčastejšie jedno opakovanie, pri nižších hmotnostiach to mohli byť aj 2 opakovania v jednej sérii. Čím vyšší počet opakovaní v jednej sérii, tým viac sa rozvíja okrem myofibrilárnej hypertrofie, ktorá prispieva k svalovej sile, aj hypertrofia sarkoplazmatická, ktorá prispieva k svalovej vytrvalosti a nie k svalovej sile. To znamená, že čím vyšší počet opakovaní, tým viac sa rozvíja svalová vytrvalosť a nie svalová sila. Vyššie počty opakovaní ako 1 – 2 nedávajú teda adekvátny silový podnet a navyše pôsobia na nárast svalovej hypertrofie na úkor zvýšenia sarkoplazmy, ktorá sa nepodieľa na zvyšovaní maximálnych silových výkonov, ale na zvyšovaní hmotnosti vzpieračov, čo je z hľadiska pravidiel tohto športu nežiaduce. Neadekvátny podnet športovca zbytočne vyčerpáva čo tiež nie je žiaduce.

Vyššie počty opakovaní stimulujú prechod svalových vlákien IIb (svalové vlákna rýchle glykolitické, ktoré vykazujú najvyššiu silu a rýchlosť kontrakcie) na vlákna typu IIa čo sú svalové vlákna rýchle oxidatívne s nižšou rýchlosťou a silou kontrakcie ako vlákna IIb. Posilňovacím tréningom dochádza k zmene izoforiem ťažkého meromyozínu z IIB MHC na IIA MHC sprevádzané zmenou typu svalových vlákien z IIB na IIA (Adams et al., 1993). Prechod svalových vlákien IIb na vlákna IIa bol pozorovaný aj medzi šprintermi a skokanmi. U šprintérov a skokanov sú vlákna IIB často konvertované na typ IIA alebo prechodný typ IIAB (Grasgruber – Cacek, 2008, s. 16; Foss – Keteyian, 1998, s. 154). To pravdepodobne z dôvodu, že všetci títo športovci vykonávajú pri posilňovacom tréningu viac ako 1 – 2 opakovania.

Navyše vyššie počty opakovaní ako 1 – 2 stimulujú na základe kumulovania únavy v rámci série náhradné vzory zapájania svalových vlákien, čo nie je žiaduce. Vzpierač má na súťaži k dispozícii len jedno opakovanie. Preto je potrebné trénovať optimálne vzory zapájania svalových vlákien a nie ich náhradné alternatívy, ktoré nie sú optimálne.



2. Špecifickosť tréningových stimulov

Ivan Abadjiev vychádzal z presvedčenia, že pre maximálny tréningový efekt musí byť tréningový stimul maximálne špecifický. Pred nástupom Abadjieva na post reprezentačného trénera bulharský vzpierači používali 19 tréningových prostriedkov, ktoré tento tréner postupne v priebehu rokov zredukoval na 5 a to:

- Trh (Snatch)
- Nadhod (Clean and Jerk)
- Drep vpredu (Front squat)
- Trh do polodrepu (Power snatch)
- Nadhod do polodrepu (Power clean and jerk).

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že nepoužíval žiadne doplnkové cvičenia. Vylúčil dokonca aj zadné drepy a pozdvihy, pretože nie sú dostatočne špecifické. Nedávajú adekvátny tréningový podnet a navyše umožňujú dvíhať vyššie hmotnosti ako sú maximálne hmotnosti pre trh a nadhod. Tým sa organizmus nadmerne vyčerpáva. Najšpecifickejšími cvičeniami, ktoré pre vzpierača majú najvyšší tréningový efekt sú trh a nadhod. Ich vykonávaním sa zlepšuje ich technika a zároveň sa výrazne akcentuje rozvoj prevažne maximálnej sily ak je intenzita blízko 100% z maxima. Týmto cvičeniami pri intenzite blízkej maximu sa teda trénovala perfektná technika s maximálnymi hmotnosťami. Teda presne to čo si vzpieranie vyžaduje.

3. Krátke a časté tréningy

Aby sa mohol vzpierač na tréning sústrediť a pracovať naozaj na hranici svojich možností, tréningová jednotka nesmela byť príliš dlhá. Väčšinou sa skladala len z jedného cvičenia, po ktorom nasledovala pauza 30 minút a pokračovalo sa ďalšou fázou tréningu skladajúcou sa z nového cvičenia.

Jedným z výrazných faktorov ovplyvňujúcich maximálnu silu je vnútro svalová koordinácia, ktorá sa skladá z 3 faktorov:

- a) Zapojenie čo najväčšieho počtu svalových vlákien (priestorová sumácia podnetov)
- b) Optimálna frekvencia impulzov pre všetky svalové vlákna (časová sumácia podnetov)
- c) Zapojenie všetkých vlákien optimálnou frekvenciou v rovnakom čase (synchronizácia elektrických impulzov) – to má najväčší význam pre výbušnú silu.

Z uvedeného vyplýva, že rozvoj silových schopností nie je len fyziologickou záležitosťou, ale obsahuje v sebe aj výrazné prvky motorického učenia na intramuskulárnej úrovni. Pre učenie vo všeobecnosti platí, že je tým efektívnejšie, čím častejšie sa podnet opakuje. Preto sa Abadjiev snažil trénovať krátko, ale s vysokou



frekvenciou tréningových jednotiek. Trénovalo sa 6 x do týždňa (pondelok – sobota) a v nedeľu sa vykonávali len predné drepy. Jeden tréningový deň pozostával z 3 fáz (troch cvičení – trh, nadhod a predné drepy - s prestávkou medzi nimi 30 min) ráno, 3 fáz poobede (to isté čo doobedu) a jednej fázy večer, ktorá sa skladala len z predných drepov, ktoré sa však vykonávali len v ťažké dni (pondelok, streda a piatok). V ľahkých dňoch (utorok, štvrtok a sobota) sa vykonávali miesto trhov a nadhodov trh a nadhod do polodrepu.

4. Intuícia

Intuícia bola jednou z mála premenných o ktoré sa opierala celá periodizácia ich tréningu. Abadjiev sa snažil svojich zverencov viesť k tomu aby počúvali, čo im telo hovorí. V dni keď sa cítili silný vykonali do 10 sérií s maximálnou hmotnosťou. V deň keď sa cítili slabý a unavený to mohol byť len 1 pokus na maximálnej hmotnosti.

Ďalšia variácia spočívala v tom, že po dosiahnutí maximálnej hmotnosti sa hmotnosť znížila na 80% + 2 kg a postupne sa opäť zdvíhala kopírovaním pokusov od 80% vyššie tak, že ku každému pokusu sa pripočítali 2 kg až do maximálnej hmotnosti zvýšenej o 2 kg. Použitím tejto variácie sa športovec snažil maximálne vygradovať svoj výkon, s pokusom o svoje osobné maximum.

Ďalšia možnosť predstavovala zníženie hmotnosti po dosiahnutí maxima na 85 – 90 %, kde sa vykonalo od 1 – 10 sérii. Čím vyspelejší pretekár, tým nižší bol celkový počet sérií o zníženej hmotnosti (Everett, 2009, s. 250). To bolo v prípade akcentu na správnu techniku zdvíhu.

Možnosťou bolo tiež zvyšovanie hmotnosti nad 80% z maxima po menších krokoch až po dosiahnutie maximálnej hmotnosti. Bulharský vzpierači v rámci variácie tiež občas zmenili poradie jednotlivých cvičení.

5. Aktívna regenerácia

Bulharská škola využívala masáže pred aj po tréningu. Bulharský vzpierači denne používali kúpele vodnú masáž a saunu ľad atď. Je potrebné podotknúť, že v týchto časoch sa používali anabolicko-androgénne steroidy vo veľkom rozsahu, ktoré okrem výrazného podporovania rozvoja sily výrazne urýchlňovali regeneráciu.

Náčrt bulharskej metódy

Bulharská metóda bola pomerne jednoduchá, zameraná presne na to čo je pre vzpieranie dôležité. Bulharský vzpierači cvičili celý rok rovnako. Nepoužívali cyklovanie športovej prípravy. Bulharský vzpierači trénovali každý deň s maximálnymi hmotnosťami. Maximálna hmotnosť pre nich znamenala najvyššia hmotnosť, ktorú dokázali v tento deň dvihnúť (denné maximum), ktorá sa mohla značne líšiť od absolútneho maxima, ich osobného rekordu. Každý tréning teda predstavoval testovanie maximálnej sily. Hmotnosti dvíhali až do bodu neúspechu na



pokuse. To realizovali pri každom cvičení. Denne maximum teda predstavovala najvyššia zdvihnutá hmotnosť v daný deň. V jednej sérii používali len jedno maximálne dve opakovania. Používali len cvičenia trh, nadhod, a predné drepy, trh a nadhod do polodrepu. Ešte raz pripomíname, že pri všetkých cvičeniach hmotnosti dvíhali až do 100% z denného maxima. Trénovali 7 x do týždňa. V pondelok a stredu a piatok trénovali ťažko. Dopoludnia vykonávali trh, nadhod a predné drepy s prestávkou medzi cvičeniami 30 min. Popoludní sa to zopakovalo a večer vykonávali predné drepy. V ľahké dni ľahké dni trénovali rovnako ako v ťažké dni ale miesto trhu a nadhodu vykonávali trh a nadhod do polodrepu. Hmotnosti tiež dvíhali do 100% z denného maxima, ale pre trh a nadhod do polodrepu, čo predstavovalo nižšie hmotnosti ako pre trh a nadhod. Pre väčšinu vzpieračov nadhod a trh do polodrepu predstavuje okolo 80 – 85 % z plného zdvihu (Everett, 2009, s. 252). V ľahké dni tiež nevykonávali večerné drepy vpredu. V nedeľu vykonávali len drepy vpredu.

Po troch týždňoch tréningu mali ľahší týždeň, kedy sa redukovala buď intenzita, alebo frekvencia tréningu. Takýmto spôsobom trénovali bulharský vzpierači celý rok. Jedinou ich variáciou bolo používanie intuitívnej metódy opísanej vyššie.



Typická schéma bulharskej metódy je teda nasledovná:

Pondelok, streda, piatok

9:00 – 12:00

Trh denné maximum - 30 min pauza

Nadhod denné maximum - 30 min. pauza

Drep vpredu denné maximum

15:00 – 18:00

Trh denné maximum - 30 min pauza

Nadhod denné maximum - 30 min. pauza

Drep vpredu denné maximum

21:00

Drep vpredu denné maximum

Utorok, štvrtok, sobota

9:00 – 12:00

Trh do polodrepu denné maximum - 30 min pauza

Nadhod do polodrepu denné maximum - 30 min. pauza

Drep vpredu denné maximum

15:00 – 18:00

Trh do polodrepu denné maximum - 30 min pauza

Nadhod do polodrepu denné maximum - 30 min. pauza

Drep vpredu denné maximum

Nedeľa

9:00

Drep vpredu denné maximum

Silné stránky Bulharskej školy

Silnou stránkou Bulharskej metódy je presné zameranie na faktory determinujúce športový výkon vo vzpieraní s elimináciou všetkého menej efektívneho, čo vzpieračov len zbytočne unavuje. Výhody bulharskej metódy je možné zhrnúť do nasledujúcich bodov:

1. Zavedenie pojmu denné maximum, ktoré najlepšie vyjadruje momentálnu schopnosť športovca podávať výkon, Na základe denného maxima je možné tréning prispôsobovať momentálnej dispozícii jedincov lepšie ako akoukoľvek inou metódou
2. Práca z ťažkými hmotnosťami blízky 100% z maxima (najefektívnejšie na rozvoj maximálnej sily)!
3. Nízky počet opakovaní (hlavne pri trhu a nadhode) akcentuje zapájanie optimálnych pohybových vzorov a eliminuje negatívne faktory



kumulácie únavy na kvalitu techniky, ktoré sa môžu vyskytnúť pri vyšších počtoch opakovaní v rámci série.

4. Úzko špecializované cvičenia v podobe hlavne súťažných disciplín (trh a nadhod) trénujú presne to v čom vzpierač súťaží. Elimináciou ostatných menej špecifických cvičení, ktoré vzpierača zaťažujú a nemajú taký efekt ako trh a nadhod sa otvára priestor pre zvýšenie objemu súťažných disciplín, ktorými sa môžu menej špecifické cvičenia nahradiť. Tým sa zvýši celkový efekt tréningu.

5. Časté tréningy vysokej intenzity, ktoré sú optimálne pre rozvoj vnútro svalovej koordinácie ako významného faktora rozvoja silových schopností.

6. Doraz na aktívnu regeneráciu. Podporením regeneračných procesov je možné zvýšiť frekvenciu a objem tréningu, ktoré sa priaznivo prejaví na raste športovej výkonnosti.

Slabé stránky bulharskej metódy

Jednou z vážnych nevýhod Bulharskej metódy je používanie metódy maximálnych úsilí v každej tréningovej jednotke. Hlavnou limitáciou metódy maximálnych úsilí je vysoké riziko zranenia (Zatsiorsky, 1992).

Bulharská metóda je navrhnutá pre talentovaných vzpieračov vrcholovej športovej výkonnosti. To znamená pre vzpieračov, ktorí majú perfektnú techniku a nemajú žiadne slabiny čo sa týka rozvoja jednotlivých svalových skupín. Pre ostatných športovcov výhody Bulharskej metódy môžu predstavovať nevýhody.

Pre vzpieračov, ktorí majú nedostatky v technike, používanie len 5 cvičení nemusí byť dostatočné. Jednotlivými cvičeniami sa učia a zdokonaľujú jednotlivé fázy techniky. Preto pre vzpieračov s nedostatkami v technike je potrebné okrem 5 základných cvičení do tréningu zaradiť aj cvičenia zamerané na odstránenie patričných nedostatkov.

Pre vzpieračov, ktorí majú nedostatočne rozvinuté niektoré svalové skupiny, je potrebné zaradiť aj nešpecifické cvičenia pre odstránenie nedostatkov. Napríklad vzpierač, ktorý má nedostatočne rozvinuté chrbtové svalstvo bude profitovať z pozdvihov. Vzpierač, ktorý má silné dolné končatiny a zároveň má problém s výrazom, bude mať pravdepodobne nedostatočne rozvinuté horné končatiny a deltové svalstvo. Preto preň bude potrebné zamerať sa na tieto svalové skupiny nešpecifickými cvičeniami ako sú tlak silou v stoji alebo v sede vpredu a vzadu, výrazový tlak vpredu a vzadu, tlak v ľahu na lavičke a posilňovanie tricepsu napríklad cvičením francúzky tlak v ľahu na lavičke. Pre vzpieračov, ktorí majú slabý výťah činky je potrebné vykonávať výťahy, posilňovať trapézové svalstvo krčením ramien



s veľkou činkou pred telom a posilňovať bicepsy cvičeniami ako napríklad bicepsový zhyb s veľkou činkou v stoj nadvhmatom aj podhmatom. Pre vzpieračov, ktorí majú problém s úchopom, je potrebné posilňovať svalstvo predlaktia, kde sa nachádzajú aj flexory prstov. Pre všetkých vzpieračov je prospešné cvičiť brušné svalstvo aspoň 2 – 3 x do týždňa.

Bulharská metóda preferuje 1 maximálne 2 opakovania, čo dobré pre rozvoj maximálnej sily na základe stimulácie 3 faktorov:

1. Rozvojom vnútrosvalovej koordinácie, ktorá sa najviac rozvíja nízkym počtom opakovaní s hmotnosťami blízky 100% z maxima.
2. Možným akcentom prechodu rýchlych oxidatívnych svalových vlákien Ila na vlákna rýchle glykolitické IIb, ktoré majú najvyššiu silu a rýchlosť kontrakcie.
3. Čiastočným rozvojom hypertrofie rýchlych svalových vlákien s pravdepodobne najväčším akcentom na vlákna typu IIb.

Z uvedeného vyplýva, že počty opakovaní v rozmedzí 1 – 2 maximálne akcentujú rozvoj maximálnej sily využívaním momentálnych dispozícií jedinca. Nevýhodou tak nízkeho počtu opakovaní je, že nebuduje v dostatočnej miere samotné dispozície jedinca. Jedným z podstatných faktorov silových schopností je fyziologický prierez svalu, ktorý predstavuje značnú časť dispozícií jedinca pre maximálne silové výkony. To znamená, že svalový objem významnou mierou ovplyvňuje rozvoj silových schopností. Nedostatočný svalový rozvoj môže predstavovať slabinu, ktorá sa neodstráni v dostatočnej miere alebo dostatočne rýchlo používaním 1 – 2 opakovaní v sérii. Pre rozvoj svalovej hypertrofie je optimálny počet opakovaní v rozsahu 6 – 12, poprípade 15. Pre vzpieračov vzhľadom na charakter športového výkonu by bolo najvhodnejšie pre rozvoj svalovej hypertrofie vykonávať 5 – 6, maximálne 8 opakovaní v sérii pre nie súťažné cvičenia (drepy, pozdvihy, silové tlaky, výrazové tlaky, bicepsové zhyby atď). Pre rozvoj brušného svalstva sa môže počet opakovaní zvýšiť na 15 – 20 s využitím patričnej záťaže. Vyšší počet opakovaní pre brušné svalstvo je vhodný z 2 dôvodov:

1. Bezpečnosť – nižším počtom opakovaní s vyššou hmotnosťou stúpa riziko poškodenia chrbtice.
2. Funkcia brušného svalstva a kompozícia svalových vlákien – úlohou brušného svalstva je udržiavať postúru (vzpriamené držanie tela) regulovaním postavenia panvy, udržiavať vnútorné orgány na svojom



mieste a vytváraním vnútrobrušného tlaku chrániť chrbticu. Úlohou brušného svalstva je teda vytvárať stále napätie na čo sú vhodné práve pomalé svalové vlákna, ktorých je v brušnom svalstve väčší počet. Pomalé svalové vlákna reagujú svalovou hypertrofiou a teda aj rozvojom sily lepšie na vyšší počet opakovaní, ktorý sa pohybuje v rozmedzí 12 – 20.

Vyššie počty opakovaní pre zaostávajúce svalové skupiny odporúčame zaradiť do 1. časti prípravného obdobia. Po vybudovaní svalovej hmoty je možné znížiť počty opakovaní a zvýšiť hmotnosti, aby sa akcent presunul na rozvoj vnútrosvalovej koordinácie v podobe tréningu zapájania čo najväčšieho počtu svalových vlákien a pravdepodobného prechodu svalových vlákien Ila na IIb. Pri vyššom fyziologickom priemere rovnakých typov svalových vlákien bude aj výsledná sila ich kontrakcie vyššia ako pri rovnakom počte svalových vlákien s nižším fyziologickým prierezom. Vyššie počty opakovaní je možné zaradiť samozrejme vtedy, ak má vzpierač hmotnostnú rezervu, čo sa týka jeho hmotnostnej kategórie.

Implementácia princípov bulharskej metódy do tréningu

Aj napriek niektorým podstatným nedostatkom tejto metódy jej princípy sú do veľkej miery aplikovateľné aj pre dnešných vzpieračov.

Vysoká frekvencia tréningov

Vysoká frekvencia tréningu je optimálna pre rozvoj vnútrosvalovej koordinácie, ktorá je jedným z významných determinantov maximálnej sily. Vavrovič et al. (1982, s. 126) uvádza, že slovenský mladší pretekári absolvujú 4 – 6 tréningových jednotiek týždenne, naproti tomu vrcholoví slovenský pretekári v prípravnom období absolvujú 6 tréningových dní s 9 tréningovými jednotkami. To znamená, že niektoré dni je potrebné trénovať aj dvojfázovo. Rovnako El-Hevie (2011 s. 28) odporúča cvičiť 6 x dopoludnia a 2 – 3 x popoludní. Bulharský vzpierači cvičili 6 x do týždňa v 3 fázach dopoludnia a v 3 fázach popoludní. Siedmy krát cvičili v nedeľu, kedy vykonali jednu dopoludňajšiu fázu skladajúcu sa z predných drepov. Spolu teda vykonali 13 cvičebných jednotiek. Myslíme si že by pre vrcholových vzpieračov by stačilo cvičiť 6 x do týždňa v 3 fázach dopoludnia s 30 minútovou prestávkou medzi fázami a v 3 fázach popoludní s 30 minútovou prestávkou medzi fázami. (spolu 12 tréningových jednotiek). Pauzu medzi jednotlivými fázami je potrebné vyplniť aktívnou regeneráciou v podobe masáže, vodných procedúr, atď. Popríklad, u pretekárov s nižšími regeneračnými schopnosťami, je možné každý druhý deň (v ľahké dni) vynechať popoludňajšiu fázu ak by sa vyskytli problémy s regeneráciou, čím by počet tréningových jednotiek klesol na 9 podľa odporúčaní Vavroviča. Pre vzpieračov, ktorí nemôžu napríklad zo študijných dôvodov trénovať dvojfázovo, je možné dopoludňajší a popoludňajší tréning spojiť do jednej popoludňajšej



tréninovej jednotky a to tak, že sa odcvičí jedno cvičenie z dopoludňajšieho aj popoludňajšieho tréningu a potom sa prejde na ďalšie cvičenie, ktoré sa odcvičí opäť rovnakým spôsobom. Napríklad odcvičí sa trh metódou denného maxima, zníži sa hmotnosť na maximálnu tréningovú a vykoná sa napríklad 7 sérií po 1 opakovaní. Potom sa prejde na ďalšie cvičenie.

Každý športovec reaguje na záťaž ináč, preto nie je vhodné dávkovať rovnaké zaťaženie pre všetkých športovcov. Tréningový plán musí zohľadňovať individuality jednotlivých pretekárov (Korpa, 2113, s. 28). Mezomorfný športovci s hrubými kosťami a pevnými kĺbmi budú reagovať na zaťaženie vysokej intenzity menšou únavou, vyplývajúcou z menšieho poškodenia šliach a väzov po tréningu, ako športovci s tenšími kosťami a menej pevnými kĺbmi. U športovcov s menej pevnými kĺbmi a šlachami môže byť problematické vykonávanie veľkého počtu sérií na hranici ich možností. To nemusí byť problémom pre mezomorfných športovcov. Je potrebné vedieť, že kvalita kĺbov sa môže tiež líšiť v závislosti od svalovej skupiny.

Regenerácia organizmu závisí aj od funkčnej zdatnosti vnútorných orgánov. Od ich schopnosti vyrovnávať zmeny vnútorného prostredia, ku ktorým došlo vplyvom tréningu. Jedná sa o obnovu energetických rezerv, odbúranie metabolitov látkovej premeny atď. Tento faktor ovplyvňuje rýchlosť regenerácie v rámci celého organizmu. Na vysoké tréningové zaťaženie je potrebné nabehnúť postupne, aby sa organizmus mohol postupne na zvyšovanie zaťaženia adaptovať. V opačnom prípade hrozí pretrénovanie a zranenie.

Dĺžka regenerácie hypoteticky závisí aj od typu temperamentu. Vaněk et al., (1983, s. 66, 67) uvádzajú tieto hypotetické reakcie jednotlivých typov temperamentu na záťaž:

1. Sangvinik

- únava nastupuje pomaly,
- návratový čas je rýchly,
- superkompenzačný efekt je krátky.

Tomuto typu temperamentu vyhovujú dlhšie a časté tréningy

2. Flegmatik

- únava nastupuje pomaly,
- návratový čas je dlhý,
- superkompenzačný efekt je dlhý.

Tomuto typu temperamentu vyhovujú dlhšie tréningy, avšak s nižšou frekvenciou. Tento typ je psychicky veľmi odolný a nezvykne sa sťažovať na únavu, preto je potrebné dávať pozor na pretrénovanie.

3. Cholerik

- únava nastupuje rýchlo,



- návratový čas je krátky,
- superkompenzačný efekt je krátky.

Tomuto typu vyhovujú krátke a časté tréningy. Tento typ sa zvykne až prehnane sťažovať na pocity únavy. Vzhľadom na rýchlu regeneráciu, nie je potrebné brať tieto sťažnosti vážne.

4. Melancholik

- únava nastupuje rýchlo,
- návratový čas je dlhý,
- superkompenzačný efekt je dlhý.

Tomuto typu vyhovujú krátke a menej časté tréningy.

Nie je dôležité či existuje vzťah medzi typom temperamentu a rýchlosťou regenerácie, ale je potrebné počítať s rozdielnou rýchlosťou regenerácie a rôznou dĺžkou superkompenzačného efektu u rôznych pretekárov. To znamená, že každému bude vyhovovať iná frekvencia aj objem tréningu. Taktiež je známe, že ľahší pretekári regenerujú rýchlejšie ako ťažší pretekári a tiež starší pretekári regenerujú pomalšie ako mladší pretekári.

Denné maximum a maximálna tréningová hmotnosť

Prednosťou bulharskej metódy bolo zavedenie metódy denného maxima. Bulharský vzpierači touto metódou cvičili 2x do dňa. Pre zníženie intenzity z dôvodu prevencie zranení nie je nutné touto metódou cvičiť len 2 x do dňa ale len 1x v prípade že vzpierač nezvláda tak vysokú intenzitu. Ďalším znížením intenzity môže byť to, že maximálnu hmotnosť zdvihne pretekár len raz, a potom hmotnosť zníži na maximálnu tréningovú hmotnosť, ktorú ruský tréneri definovali ako najťažšiu hmotnosť, ktorú vie vzpierač dvihnúť bez výrazného emocionálneho stresu, ktorý merali pulzovou frekvenciou vzpieračov. Na maximálnej tréningovej hmotnosti môže vzpierač vykonať série o 1 opakovaní podľa pravidiel Prilepinovej tabuľky, ktorá slúži na určenie približného počtu opakovaní pre určitú intenzitu (tabuľka 2).

*Tabuľka 2: Prilepinová tabuľka
(In: Austin – Mann, 2012, s. 110)*

Intenzita (%)	Opakovania v sérií	Optimálny počet opakovaní	Rozsah počtu opakovaní
55 - 69	3 - 6	24	18 - 30
70 - 79	3 - 6	18	12 - 24
80 - 89	2 - 4	15	10 - 20
90+	1 - 2	7	4 - 10

Maximálnu tréningovú hmotnosť predstavuje hmotnosť, pri ktorej sa pulzová frekvencia vzpierača pred nástupom na pokus ešte



nezvyšuje. Pri tomto prístupe je potrebné prihliadať k individuálnym zvláštnostiam jedinca. Pulzová frekvencia na významných súťažiach, jednotlivých vzpieračov sa pohybuje v rozmedzí 120 – 180 pulzov / minúta (Zatsiorsky – Kraemer, 2006, s. 70). Na základe merania pulzovej frekvencie je možné zistiť pri akých hmotnostiach pulzová frekvencia začína zdvíhať oproti predchádzajúcim pokusom a tam určiť maximálnu tréningovú hmotnosť. Rozdiel medzi maximálnou hmotnosťou dvihnutou na súťaži a maximálnou tréningovou hmotnosťou pre vrcholových vzpieračov je $12,5\% \pm 2,5\%$ (Zatsiorsky - Kraemer, 2006, s. 70). Pre ťažké hmotnostné kategórie bude rozdiel väčší ako pre ľahké hmotnostné kategórie. To znamená, že pre ľahké hmotnostné kategórie bude rozdiel okolo 10% (maximálna tréningová hmotnosť 90% z denného maxima) a pre tie najťažšie okolo 15% (maximálna tréningová hmotnosť 85% z denného maxima).

Prilepinová tabuľka bola navrhnutá na základe výskumu denníkov viac ako 1000 vrcholových vzpieračov a o tom, že funguje svedčí aj jej prevzatie do powerliftingu. No aj napriek tomu ju odporúčame použiť len pre určenie orientačných hodnôt zaťaženia. Konkrétne zaťaženie musí byť prispôsobené konkrétnemu jedincovi. Pre určenie počtu sérií o 1 opakovaní s maximálnou tréningovou hmotnosťou podľa Prilepinovej tabuľky môžeme použiť nasledujúci postup.

Najprv si vypočítame koeficient zaťaženia pre metódu denného maxima. Ak sa pozrieme do tabuľky zistíme že pre intenzitu 70 – 79% je optimálny počet opakovaní v sérii 3 – 6. To znamená, že 1 – 2 opakovania v sérii, ktoré sa používajú pri metóde denného maxima (pri vyšších hmotnostiach len 1 opakovanie), nie sú dostatočnou záťažou pre túto intenzitu. Preto série do 80% z maxima môžeme chápať len ako rozcvičovacie. Nad 80% z maxima sa dostávame do zóny maximálnej tréningovej hmotnosti. Preto nad touto intenzitou by bolo potrebné opakovania rátať a plánovať na základe Prilepinovej tabuľky. Ak vzpierač vykonal 1x80%, 1x85%, 1x90%, 1x95%, 1x100% môžeme urobiť výpočet na základe nasledujúcich premenných:

- 2 opakovania na zóne 80 – 89% (maximálny počet opakovaní v zóne 80 – 89% je 20)
- 3 opakovania v zóne nad 90%. (maximálny počet opakovaní v zóne nad 90 je 10)

Výpočet:

$$2/20 + 3/10 = 0,1 + 0,3 = 0,4.$$

Optimálny koeficient je 0,75 (optimálny počet opakovaní = 15 / maximálny počet opakovaní = 20) pre zónu 80 – 89 a 0,70 (7/10) pre zónu nad 90%. Vo všeobecnosti by sa mal optimálny koeficient pohybovať približne v rozmedzí 0,7 – 0,8. Maximálny koeficient je maximálny počet opakovaní / maximálny počet opakovaní v tréningu = 1. Ten by sa nemal prekračovať. Daný koeficient platí pre konkrétne cvičenie a jednu tréningovú jednotku. Z uvedeného vyplýva, že koeficient



0,4 pre metódu denného maxima nie je postačujúci. To znamená, že z daného cvičenia bude potrebné vykonať ešte nejaké série. Tie by mohli byť vykonané popoludňajšej fáze tréningu s maximálnou tréningovou hmotnosťou.

Ak je naša maximálna tréningová hmotnosť 85% z denného maxima, nachádza v zóne 80 – 89%. Zvyšný počet opakovaní pre túto zónu a koeficient 0,75 si môžeme vypočítať takto:

- $0,75 - 0,4 = 0,35$ – koeficient, ktorý je ešte opakovaniami potrebné vyrobiť
- $0,35 \times 20 = 7$ opakovaní v zóne 80 – 89% z maxima.

A budeme vykonávať 1 opakovanie v sérii bude potrebné popoludní vykonať 7 sérií s hmotnosťou 85% z denného maxima.

Výsledný prepočet na celý deň bude teda nasledovný:

$$2/20 + 3/10 + 7/20 = 0,1 + 0,3 + 0,35 = 0,75.$$

Rovnaký postup je potrebné zopakovať aj pre ďalšie cvičenia.

Popoludní sa teda tréning zopakuje, ale nebudú sa vykonávať cvičenia formou testovania denného maxima, ale bude sa pracovať s maximálnou tréningovou hmotnosťou, to znamená okolo 85 – 90% z denného maxima zdvihnutého v predpoludňajších hodinách. Počet sérií sa určí na základe Prilepinovej tabuľky tak, aby sa v rámci celého dňa dosiahol optimálny koeficient (súčet sérií jedného cvičenia dopoludnia aj popoludní).

Vyššie uvedený protokol je možné použiť na cvičenia trh, nadhod, a ich variácie. Pri týchto cvičeniach je vhodné cvičiť formou denného maxima minimálne 1x denne, pretože vo vzpieranie je športom zameraným na dvíhanie maximálnych hmotností, a preto je potrebné dvíhanie maximálnych hmotností trénovať. Maximálne hmotnosti pre trh a nadhod nie sú pre vzpierača maximálnymi hmotnosťami pre drep a pozdvih, kde sú výkony vzpieračov podstatne vyššie. Napríklad pre drep vzadu maximálna hmotnosť predstavuje približne 131% z maximálnej hmotnosti pre nadhod. To znamená, že práca s maximálnymi hmotnosťami pre trh a nadhod vzpierača tak nevyčerpáva, ako práca s maximálnymi hmotnosťami pri drepe a pozdvihu.

Pri drepe okrem použitia vyššej hmotnosti je ďalším významným faktorom vyčerpávajúcim športovca excentrická kontrakcia, ktorá sa pri trh a nadhode vyskytuje len v dosť obmedzenej miere. Z výskumov vyplýva, že najväčšia devastácia svalovej hmoty nastáva pri excentrickej kontrakcií, to znamená pri spúšťaní činky smerom dole. Pri excentrickej kontrakcií dokážu svaly vyvinúť väčšiu tenziu ako pri izometrickej, alebo koncentrickej kontrakcií. Napríklad pri excentrickej kontrakcií dokážu svaly vyvinúť 1,2 - 1,6 krát väčšiu silu ako pri koncentrickej kontrakcií,



v závislosti okrem iného, aj od typu svalovej skupiny (Stiff – Verkhoshansky, 2004, s. 156).

Pri výskume ktorý uskutočnil Gibala et al., (1995) na ôsmich netrénovaných mužoch (8 x 8 opakovaní s 80% 1RM) bolo pri koncentrickej kontrakcii len 33% svalových vlákien devastovaných v porovnaní s 82% pri excentrickej kontrakcii. Silové schopnosti sa vrátili na pôvodnú úroveň po 24 hodinách pri koncentrickej kontrakcii, ale pre excentrickú kontrakciu ostali potlačené po dobu 72 – 96 hodín. Syntéza myofibrilárnych proteínov je taktiež väčšia po excentrickej kontrakcii (Moore et al., 2004).

Väčšia devastácia svalových vlákien pri excentrickej kontrakcii je spôsobená pravdepodobne tým, že pohyb je v protismere k pôsobiacim silám. To znamená, že vlákna myozínu majú tendenciu sval skrútiť, ale vplyvom záťaže sa sval naťahuje, čím sa hlavice myozínu devastujú, pretože sú násilne nútené vykonávať pohyb voči elektrostatickým silám, ktoré na nich pôsobia (Feč, 2010, s. 113 – 114).

Z uvedeného vyplýva, že športovec oveľa skôr zregeneruje po trhu a nadhode, pre ktoré je typická koncentrická kontrakcia, ako po drepoch, ktoré sa vykonávajú ako v koncentrickom, tak aj v excentrickom režime.

Z uvedeného dôvodu neodporúčame vykonávať drepy metódou denného maxima. Práca s maximálnymi hmotnosťami je síce veľmi efektívna pre rozvoj maximálnej sily, ale vysoké je aj riziko zranenia. To neplatí pre vzpieračské disciplíny a ich variácie, pretože tam prevláda koncentrický režim, ktorý nie je tak náročný na regeneráciu ako režim excentrický. Vzpierači nesúťažia v drepoch, ale v trhu a nadhode. Drep by pre vzpieračov mal predstavovať len podporné cvičenie, aj keď veľmi dôležité. Pre vrcholových vzpieračov je bezpečnejšie vykonávať drepy na hmotnosti denného maxima pre nadhod. Maximálna hmotnosť pre drep vpredu predstavuje približne 105% z maximálnej hmotnosti v nadhode. To znamená, že vzpierač bude vykonávať drepy s hmotnosťou približne 95% z denného maxima pre drepy vpredu. Vzpierač môže vykonávať pyramídu o 2 opakovaníach až po denné maximum pre nadhod a na tejto hmotnosti môže vykonať 2 série po 2 opakovania. To znamená, že ak bude hmotnosť nad 80% z maxima dvíhať po 5% podľa Prilepinovej tabuľky, v pásme 80 – 89% vykoná 4 opakovania a na 90% a viac z maxima vykoná 6 opakovaní. Jeho koeficient teda bude $4/20 + 6/10 = 0,2 + 0,6 = 0,8$ čo je približne optimálne zaťaženie.

Výber cvičení

Bulharský vzpierači používali len cvičenia s najvyšším špecifickým efektom a snažili sa vylúčiť všetko čo nebolo takmer maximálne špecifické. To je veľmi dobrý prístup, za predpokladu, že vzpierači nemajú slabé miesta v technike a všetky svalové skupiny majú optimálne rozvinuté. Ak to tak nie je, je potrebné okrem trhu nadhodu, predných drepov a trhu a nadhodu do polorepu použiť aj ich variácie určené na



zdokonalenie slabých fáz zdvihu, poprípade aj ďalšie cvičenia ako sú pozdvihy, silový tlak vpredu v stoju atď. Tieto cvičenia by mohli byť do tréningu zaradené v popoludňajších fázach. Napríklad ak cvičenec vykonával dopoludnia trh metódou denného maxima s koeficientom 0,4, poobede môže vykonávať trh s podstavcov s maximálnou tréningovou hmotnosťou po jednom opakovaní v počte sérii 7 tak, aby výsledný koeficient trh + trh s podstavcov pre maximálnu tréningovú hmotnosť napríklad 85% bol 0,75. Popoludní je tiež možné zaradiť aj cvičenia, ktoré sa nevykonávali dopoludnia. Bulharský vzpierači používali drepy vzadu len v obmedzenej miere. Myslíme si že drepy vzadu nie sú natoľko špecifické ako drepy vpredu. Drep vpredu tvorí časť nadhodu, preto je dôležité sa zameriavať práve a tento typ drepu. Drep vzadu má trochu odlišnú štruktúru, ktorá dovoľuje použiť asi o 26% vyššiu hmotnosť ako pre drep vpredu. Odlišnou štruktúrou sa trénuje odlišná technika a navyše vyššie hmotnosti vzpierača viac vyčerpajú čím sa predĺži doba regenerácie.

Aj napriek tomu je drep vzadu skvelým cvičením na zvyšovanie sily dolných končatín. Ak by tréneri zvažovali použitie tohto cvičenia za účelom zvýšenia sily dolných končatín je možné ich do tréningu zaradiť. Zadné drepy by mohli byť do tréningu zaradené namiesto drepov vpredu v pondelok (v prípade skladby mikrocyklu: sobota, pondelok, streda - ťažké dni, nedeľa utorok, štvrtok - ľahké dni a piatok voľno) s hmotnosťou denného maxima pre nadhod. Drep vzadu tvorí približne 131% z nadhodu. To znamená, že nadhod bude tvoriť 77% z drepu vzadu. Bude potrebné vykonať 6 sérií po 3 opakovania drepov vzadu podľa Prilepinovej tabuľky (77% spadá do zóny 70 – 79% z maxima, kde je optimálny počet opakovaní 18), aby sa športovec dostal na optimálny počet opakovaní.

Pre zvýšenie akcentu na rozvoj maximálnej sily bude tiež možné použiť maximálnu tréningovú hmotnosť pre drep vzadu (85 – 90% z maxima pre drep vzadu – odhadnuté na základe denného maxima z nadhodu). Ak drep vzadu tvorí 131% z nadhodu, tak 85 - 90% z drepu vzadu bude tvoriť 111,35 – 117,9% z nadhodu. V tomto prípade odporúčame pyramídu o 2 opakovaniach so zvyšovaním hmotnosti nad 70% po 5% až do hranice 85 – 90%. Na dosiahnutej hmotnosti bude potrebné vykonať pre hmotnosť 85% z maxima 5 x 2 opakovania a pre 90% z maxima 2 x 2 opakovania.

Pre 85% z maxima cvičenec vykoná 2x2 opakovania v zóne 70 – 79 a 1 sériu na 80% x 2 opakovania a 5 sérií na 85% x 2 opakovania. ($\frac{4}{24} + \frac{12}{20} = 0,16 + 0,6 = 0,76$). Pre 90% z maxima dostaneme rovnakým spôsobom $\frac{4}{24} + \frac{4}{20} + \frac{4}{10} = 0,16 + 0,2 + 0,4 = 0,76$. Obidva koeficienty sú blízko optima. Takéto hmotnosti odporúčame použiť vo fáze rozvoja maximálnej sily. Je potrebné podotknúť, že dané výpočty sú len orientačné a konkrétne dávkovanie je potrebné prispôbiť konkrétnemu jedincovi. V prvej fáze prípravného obdobia je



možné použiť drepy vzadu aj viac ako 1x do týždňa s tým, že v neskorších fázach sa objem tohto cvičenia redukuje v prospech drepov vpredu. Drep vzadu je možné použiť aj v prípade, ak je potrebné prekonať stagnáciu v rozvoji dolných končatín. Pri drepe vzadu je možné použiť väčšiu hmotnosť ako pri drepe vpredu, čo by mohlo pomôcť prekonať stagnáciu a stimulovať ďalší rozvoj sily dolných končatín.

Ľahké a ťažké dni

Bulharský vzpierači v priebehu týždňa striedali ľahké a ťažké dni. Ťažko trénovali v pondelok, stredu a piatok. V tieto dni vykonávali trh nadhod a drepy vpredu. Tieto cvičenia v takomto poradí je možné použiť v dni keď sa trénuje ťažko.

My však odporúčame ťažko trénovať v sobotu, pondelok a stredu, pretože v sobotu sa zvyknú konať súťaže. Je teda žiaduce naučiť organizmus v sobotu ťažko pracovať. Sobotou odporúčame začínať mikrociklus a v piatok odporúčame zaradiť aktívnu regeneráciu bez tréningu. Dopoldnia v ťažké dni je možné trénovať metódou denného maxima pre trh a nadhod a pre drep vpredu použiť maximálnu hmotnosť z nadhodu. Popoludní bude bezpečnejšie použiť maximálnu tréningovú hmotnosť pre trh a nadhod. Predné drepy už nebude potrebné vykonávať. Popoludní v prípade nedostatkov v technike je možné pracovať s maximálnou tréningovou hmotnosťou ale miesto trhu a nadhodu by mohli byť do tréningu zaradené ich variácie s akcentom na nácvik zaostávajúcich fáz zdvihu. Všetky variácie by však mali byť vykonávané do sedačky. V ťažké dni je možné použiť popoludní aj pozdvihy v prípade, že je potrebné zvýšiť silu chrbtového svalstva alebo výťahy v prípade akcentu na výťah činky. Ak je potrebné zamerať sa na výraz činky, je možné do popoludňajšieho tréningu v ťažké dni zaradiť aj výrazy. V prípade ak je potrebné navyknúť vzpierača na ťažšie hmotnosti je možné miesto drepov vpredu použiť v pondelok drepy vzadu.

V ľahké dni bulharský vzpierači trénovali v utorok, štvrtok a sobotu. Vykonávali trh a nadhod do polodrepu a drepy vpredu. Maximálne hmotnosti pre trh a nadhod do polodrepu predstavujú približne 80 – 85% z trhu a nadhodu. To znamená, že intenzita tréningu bola nižšia ako v ťažké dni.

My odporúčame ľahké dni pozmeniť na nedeľu, utorok, štvrtok a trénovať dopoludnia tiež trh a nadhod do polodrepu metódou denného maxima. Popoludní sa opäť môže použiť maximálna tréningová hmotnosť pre trh a nadhod do polodrepu a cvičenia zopakovať. V prípade nedostatkov v technike je možné použiť variácie trhov a nadhodov do polodrepu so zameraním na slabé miesta v technike. Takéto usporiadanie tréningu v ľahké dni bude vhodné pre vzpieračov, ktorí potrebujú zlepšiť výťah činky a z dôvodu geneticky slabých kĺbov nemôžu často zaťažovať dolné končatiny. V ľahké dni budú teda dolné končatiny oddychovať, pretože sa budú vykonávať len zdvihy do



polodrepu a drepy sa budú vykonávať len 3 x do týždňa v ťažké dni podobne ako je to načrtnuté v tréningovom programe pre vyspelých športovcov podľa Everett (2012, s. 285). Takéto usporiadanie mikrocyklu bude tiež vyhovovať cvičencom, ktorí majú výkony v drepe vpredu vysoko na 105% z maxima pre nadhod, alebo vysoko nad 130% z maxima nadhodu pre drep vzadu. Ich slabým miestom nebude sila dolných končatín.

Ak by bolo potrebné zvýšiť intenzitu a akcent na dolné končatiny je možné v popoludňajšom tréningu v niektoré alebo vo všetky ľahké dni použiť miesto trhu a nadhodu do polodrepu zdvihy do drepu a použiť denné maximum pre trh a nadhod do polodrepu (80 – 85% z trhu a nadhodu). Napríklad nedeľa a štvrtok zdvihy do polodrepu a utorok zdvihy do drepu, alebo v nedeľa a štvrtok zdvihy do drepu a utorok zdvihy do polodrepu. V ľahké dni môžu byť do tréningu zaradené doplnkové cvičenia (bicepsové zdvihy, Francúzky tlak, tlaky na lavičke tlak výrazové tlaky v stojí atď.) ak je to potrebné v rámci cvičenia brušného svalstva, ktoré je nutné v ľahké dni precvičovať.

V prípade, že je potrebné akcentovať rozvoj sily dolných končatín, môžu sa v ľahké dni dopoludnia namiesto trhu a nadhodu do polodrepu vykonávať celý trh a nadhod o 1 opakovaní s maximálnou tréningovou hmotnosťou z predchádzajúceho dňa (85 – 90% z trhu a nadhodu). Podľa Prilepinovej tabuľky bude potrebné s touto hmotnosťou vykonať 15 sérií po 1 opakovaní, ktoré je možné rozdeliť na 8 opakovaní, ktoré sa vykonajú dopoludnia a 7 opakovaní, ktoré sa vykonajú popoludní. Popoludní bude možné zameniť trh a nadhod za ich variácie v tomto prípade do sedačky v prípade nedostatkov v technike.

Je tiež možné v ľahké dni v nedeľu skombinovať trh do polodrepu metódou denného maxima a nadhod do sedačky metódou maximálnej tréningovej hmotnosti. Poobede pokračovať v oboch cvičeniach metódou maximálnych tréningových hmotností. V utorok rovnakým spôsobom skombinovať trh do sedačky a nadhod do polodrepu a vo štvrtok vykonať oba zdvihy do polodrepu. Dopoludnia metódou denného maxima a popoludní metódou maximálnej tréningovej hmotnosti. Pri tomto spôsobe usporiadania budú dolné končatiny v ľahké dni stále menej a menej zaťažované.

V prípade vzpieračov, ktorí majú hrubé, pevné kĺby a dobre znášajú zaťaženie dolných končatín, je možné do 1 – 2 ľahkých dní, napríklad nedeľa a utorok dopoludnia zaradiť drepy vpredu s intenzitou denného maxima pre nadhod do polodrepu, ktorý predstavuje približne 85% hmotnosti z plného zdvihu. Maximálne denné maximum pre drep vpredu tvorí približne 105% z denného maxima pre nadhod, tak reálna hmotnosť s ktorou bude pretekár vykonávať drepy bude okolo 80% z denného maxima pre drep vpredu. S touto hmotnosťou bude môcť vykonať 5 sérií po 3 opakovania. Čím sa dostane na optimálny počet opakovaní podľa Prilepinovej tabuľky.



Ľahké a ťažké dni je možné presunúť aj na iné dni v týždni v prípade, že to športovcovi nebude vyhovovať napríklad so študijných dôvodov, alebo ak takéto usporiadanie tréningov nebude vyhovovať trénerovi klubu. Dôležité je, aby sa striedali ľahké a ťažké dni.

Ľahký týždeň

Po každých 3 týždňoch je potrebné zaradiť 1 ľahší týždeň. V tento týždeň sa nebude zisťovať denné maximum ale v ťažké dni sa použijú maximálne tréningové hmotnosti z predchádzajúceho týždňa. V ťažké dni sa bude trénovať dopoludnia aj popoludní. V ľahké dni sa budú vykonávať len trh a nadhod do polodrepu z maximálnymi tréningovými hmotnosťami s predchádzajúceho týždňa. Poobedňajší tréning v ľahké dni sa vynechá. V prípade potreby je možné vynechať aj jeden celý ľahký a jeden celý ťažký deň. A trénovať len 4 x do týždňa.

Príklad mikrocyklu založeného na modifikácii Bulharskej metódy

Príklad mikrocyklu tejto etapy je založený na bulharskej metóde. V tomto príklade sa bude cvičiť 6 x do týždňa v dvoch fázach. Ak je to možné, medzi každým cvičením je potrebné spraviť pauzu 30 min., ktorá by mala byť využitá na aktívnu regeneráciu (masáž, vodné procedúry...). Tréning bude pozostávať s 3 ťažkých a 3 ľahkých dní.

V ťažké dni sa bude dopoludnia v súťažných disciplínach testovať maximum, kedy sa bude vykonávať len 1 opakovanie a zvyšovať hmotnosť až do maximálnej (denné maximum). Drepy vpredu sa budú vykonávať s hmotnosťou denného maxima pre nadhod. Popoludní sa budú vykonávať trh a nadhod s maximálnou tréningovou hmotnosťou, ktorá tvorí približne 85 – 90% z denného maxima. V prípade nedostatkov v technike je možné popoludní miesto trhu a nadhodu zaradiť ich variácie na zlepšenie slabých miest v technike. Variácie trhov a nadhodov je vodné viac používať v prvej časti prípravného obdobia a neskôr ich objem redukovať v prospech súťažných disciplín. V tieto dni je tiež možné použiť špecifické cvičenia pre zlepšenie zaostávajúcich svalových skupín (pozdvihy výťahy, výrazy). Tieto cvičenia je tiež vhodné vo zvýšenej miere zaradiť do prvej časti prípravného obdobia ak je to potrebné a postupne ich objem redukovať. Pre tieto cvičenia v rátane drepov odporúčame použiť systém periodizácie rozvoja silových schopností popísaný na začiatku textu v prípade, že vzpierač má hmotnostnú rezervu, čo sa týka jeho hmotnostnej kategórie. Hmotnostná rezerva dovoľí vzpieračovi vo fáze anatomickej adaptácie zvyšovať svalovú hypertrofiu a tým aj zvyšovať potenciál svalu čo sa týka maximálnej sily. Vo fáze rozvoja maximálnej sily sa bude pracovať s vyšším potenciálom, čo sa prejaví vyšším nárastom maximálnej sily.

V ľahké dni sa bude dopoludnia vykonávať trh a nadhod do polodrepu metódou denného maxima. Pre vzpieračov, ktorí zvládajú vysoký objem drepov je možné do jedného alebo aj všetkých ľahkých dní



zaradiť aj drepy vpredú s hmotnosťou denného maxima pre nadhod do polodrepu. Ak sa použije pre drepy periodizácia tréningu, tak vo fáze hypertrofie neodporúčame vykonávať drepy v ľahké dni. Popoludní sa bude vykonávať trh a nadhod do polodrepu alebo trh a nadhod ak bude potrebné akcentovať rozvoj sily dolných končatín. Cvičiť sa bude s maximálnou tréningovou hmotnosťou pre trh a nadhod do polodrepu v prípade zdvihov do polodrepu, alebo s maximálnou tréningovou hmotnosťou z prechádzajúceho dňa pre trh a nadhod v prípade zdvihov do sedačky. V ľahké dni môžu byť do tréningu zaradené jednokĺbové cvičenia. Ich zvýšený objem môže byť zaradený do prvej časti prípravného obdobia s postupnou redukciou v ďalších fázach. Pre tieto cvičenia opäť môže byť použitá periodizácia.

Tabuľka 3: Mikrocyklus v období vrcholového tréningu na základe bulharskej metódy

		Tréning
Sobota	Dopoludnia	• Trh – denné maximum • Nadhod – denné maximum • Drep vpredú – denné maximum z nadhodu 2 x 2 opakovania
	Popoludní	• Trh – max. tréningová hmotnosť 7 x 1 opakovanie • Nadhod – max. tréningová hmotnosť 7 x 1 opakovanie • Ostané cvičenia (pozdvihy, výťahy..)**
Nedeľa	Dopoludnia	• Trh do polodrepu – denné maximum • Nadhod do polodrepu – denné maximum • Drep vpredú* – max. tréningová hmotnosť z nadhodu do polodrepu 5 x 3 opakovania
	Popoludní	• Trh alebo trh do polodrepu** – max tréningová hmotnosť z dopoludnia 7 x 1 opakovanie • Nadhod alebo nadhod do polodrepu** – max tréningová hmotnosť z dopoludnia 7 x 1 opakovanie
Pondelok	Dopoludnia	• Trh – denné maximum • Nadhod – denné maximum • Drep vpredú – denné maximum z nadhodu 2 x 2 opakovania
	Popoludní	• Trh – max. tréningová hmotnosť 7 x 1 opakovanie • Nadhod – max. tréningová hmotnosť 7 x 1 opakovanie • Ostané cvičenia (pozdvihy, výťahy..)**



Utorok	Dopoludnia	• Trh do polodrepu – denné maximum • Nadhod do polodrepu – denné maximum • Drep vpredú* – max. tréningová hmotnosť z nadhodu do polodrepu 5 x 3 opakovania
	Popoludní	• Trh alebo trh do polodrepu** – max tréningová hmotnosť z dopoludnia 7 x 1 opakovanie • Nadhod alebo nadhod do polodrepu** – max tréningová hmotnosť z dopoludnia 7 x 1 opakovanie
Streda	Dopoludnia	• Trh – denné maximum • Nadhod – denné maximum • Drep vpredú – denné maximum z nadhodu 2 x 2 opakovania
	Popoludní	• Trh – max. tréningová hmotnosť 7 x 1 opakovanie • Nadhod – max. tréningová hmotnosť 7 x 1 opakovanie • Ostané cvičenia (pozdvihy, výťahy..)***
Štvrtok	Dopoludnia	• Trh do polodrepu – denné maximum • Nadhod do polodrepu – denné maximum
	Popoludní	• Trh alebo trh do polodrepu** – max tréningová hmotnosť z dopoludnia 7 x 1 opakovanie • Nadhod alebo nadhod do polodrepu** – max tréningová hmotnosť z dopoludnia 7 x 1 opakovanie
Piatok	Dopoludnia	• Regenerácia
	Popoludní	• Regenerácia

* v prípade ak má vzpierac dostatočne pevné kĺby, ktoré zvládnu vysoký objem drepov

** miesto trhu alebo trhu do polodrepu môžu byť vykonávané ich variácie pre zlepšenie slabých miest v technike

*** V prípade zaostávajúcích svalových skupín

Po každých troch týždňoch odporúčame zaradiť jeden ľahší týždeň, v ktorom by sa vynechal jeden ťažký tréning a v ľahké dni sa bude trénovať len dopoludnia. V tento týždeň sa nebude zisťovať denné maximum ale v ťažké dni sa použijú maximálne tréningové hmotnosti z predchádzajúceho týždňa. V ľahké dni sa budú vykonávať len trh a nadhod do polodrepu z maximálnymi tréningovými hmotnosťami s predchádzajúceho týždňa. Individuálne je možné tiež prispôbiť počet ťažkých a ľahkých dní.



Týmto systémom je možné pokračovať tak dlho ako je potrebné. To znamená, že pre súťažné disciplíny a ich variácie bude podľa princípov bulharskej metódy vhodné cvičiť metódou denného maxima a maximálnymi tréningovými hmotnosťami počas celého roku. Vzpierači majú aj svoj osobný život. Je teda potrebné rátať s prechodným obdobím, kedy si vzpierač od tréningu oddýchne a ktoré vzpierač môže využiť na dovolenku. Po prechodnom období, čo sa týka súťažných disciplín, bude potrebné postupne zvyšovať hmotnosti tak, aby sa čo najrýchlejšie mohlo prejsť na uvedenú schému. Pre ostatné cvičenia bude vhodnejšie použiť periodizáciu rozvoja silových schopností a to hlavne v prípade hmotnostnej rezervy vzpierača. Objem nesúťažných cvičení sa bude v priebehu obdobia znižovať v prospech súťažných disciplín.

Pre urýchlenie regenerácie je dôležité zabezpečiť organizmu dostatok vitamínov minerálnych látok a stopových prvkov. Je možné využiť enzymoterapiu v podobe pravidelného používania vobenzymu. Pre individualizáciu zaťaženia je vhodné využívať rôzne kombinácie diagnostických metód (zisťovanie pomeru testosterón : epitestosterón, zisťovanie kyseliny močovej v krvi, spektrálna analýza variability srdcovej frekvencie atď.) na zisťovanie stavu únavy a na základe týchto informácií konkretizovať tréningový program tak, aby maximálne vyhovoval individuálnym požiadavkám konkrétneho organizmu.

POUŽITÁ LITERATÚRA

ADAMS, G., R. – HATHER, B., M. – BALDWIN, K., M. – DUDLEY, G., A. 1993. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. Journal of Applied Physiology, 1993. 74 (2): 911-915

AUSTIN, D. – MANN, B., 2012. Powerlifting. USA: Human Kinetics 2012. 173 s. ISBN-13: 978-0-7360-9464-1.

BOMPA, T., - HAFF, G., G., 2009. Periodization: Theory and Methodology of Training. Human Kinetics, 2009. 411 s. ISBN: 13: 978-0-7360-7483-4.

DOVALIL, J. et al., 2002. Výkon a tréning ve sportu. Praha: Olympia, 2002. 331 s. ISBN: 80-7033-760-5.

EL-HEVIE, F., M., 2011. ABC of Weightlifting and Strength Training. USA, New Jersey 2011. 129 s. ISBN: 9781466205390.

EVERETT, G., 2009. Olympic Weightlifting: A Complete Guide for Athletes & Coaches. Catalyst Athletics 2009. 423 s. ISBN-13: 978-0980011111.

FEČ, R., 2013. Teória a didaktika športového tréningu. Košice: Ústav telesnej výchovy a športu UPJŠ v Košiciach 2013. 264 s. ISBN: 978-80-8152-087-7



FEČ, R., 2010. Individualizácia objemového tréningu v kulturistike. Prešov: PU v Prešove 2010. 255 s. ISBN: 978-80-555-0177-2.

FOSS, M., L. – KETEVIAN, S., J., 1998: Physiological Basis for Exercise and Sport. USA: WCB/McGraw.Hill 1998. 620 s. ISBN: 0-697-37618-4.

GRAUSGRUBER, P., - CACEK, J., 2008: Sportovní Gény. Brno: Computer Press, 2008. 480 s. ISBN: 978-80-251-1873-3

GIBALA, M., J. – MacDOUGALL, J., D. – TARNOPOLSKY, M., A. – STAUBER W., T. – ELORRIAGA, A., 1995. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. Journal of Applied Physiology, 1995. 78 (2): 702-708

KORPA, Š. et al. 2012. Vzpieranie I. „Učebné texty pre trénerov“. Bratislava 2012. 74 s. ISBN: 978-80-89257-56-0

MOORE, D., R. – PHILLIPS, S., M. – BABRAJ, J., A. – SMITH, K. – RENNIE, M., J. 2005. Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2005. 288: 1153-1159,

STIFF, M., – VERKHOSHANSKY, J., 2004. Superentrenamiento. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2004. 563 s. ISBN: 84-8019-465-0.

VANĚK, M. – HOŠEK, V. – RYCHTECKÝ, A. – SLEPIČKA, P. – SVOBODA. – B., 1983. Psychologie sportu. „Rozbor psychických složek sportovního výkonu“. Praha: Olympia, 1983. 202 s.

VAVROVIČ, D. – GUMÁN, K. – KOVÁČ, M., 1982. Vzpieranie. Bratislava: Šport, Slovenské telovýchovné vydavateľstvo 1982. 158 s. ISBN: 77 – 005 – 82.

ZATSIORSKY, V. 1992. Intensity of strength training facts and theory: russian and eastern european approach. Strength & Conditioning Association Journal: 1992. Volume 14. Issue 5 p. 46-57

ZATSIORSKY, V., - KRAEMER, W., J., 2006. Science and Practice of Strength Training. Human Kinetics, 2006. 251 s. ISBN: 13: 978-0-7360-5628-1.



2.4

DYNAMIKA VYBRANÝCH SILOVÝCH PARAMETROV V JEDNOTLIVÝCH OBDOBIACH ROČNÉHO TRÉNINGOVÉHO CYKLU VO VZPIERANÍ

Milan Kováč, Eugen Laczo, Aurel Zelko

Katedra atletiky,
Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

Mgr. Milan Kováč ml. - vyštudoval FTVŠ UK v Bratislave v odbore Kondičný tréner, od roku 2014 pôsobí ako interný doktorand na Katedre atletiky FTVŠ UK v Bratislave v študijnom odbore - Športová edukológia. Trénerskú prax vykonáva v klube VK Kofí Trenčín. Ako aktívny športovec dosiahol viacero medailových úspechov na MSR, MMČR. V súčasnej dobe je vysokoškolský reprezentant SR vo vzpieraní.

Prof. PhDr. Eugen Laczo, PhD. - pôsobí ako profesor na Katedre atletiky, FTVŠ UK v Bratislave v odbore - Športová edukológia. Významný metodik pre viacero športových odvetví. Člen viacerých realizačných tímov a bývalí tréner vo viacerých medzinárodne známych športových kluboch. Podieľal sa na výchove viacerých vrcholových športovcov - reprezentantov SR.

Mgr. Aurel Zelko - pôsobí ako interný doktorand na Katedre atletiky, FTVŠ UK v Bratislave v študijnom odbore - Športová edukológia od roku 2012. Absolvoval viacero stáží v zahraničí. Spoluriešiteľ vo viacerých medzinárodných projektoch.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

ročný tréningový cyklus, športový výkon, výkonové maximum, jednorazové maximum, Olympijský dvojboj

ÚVOD

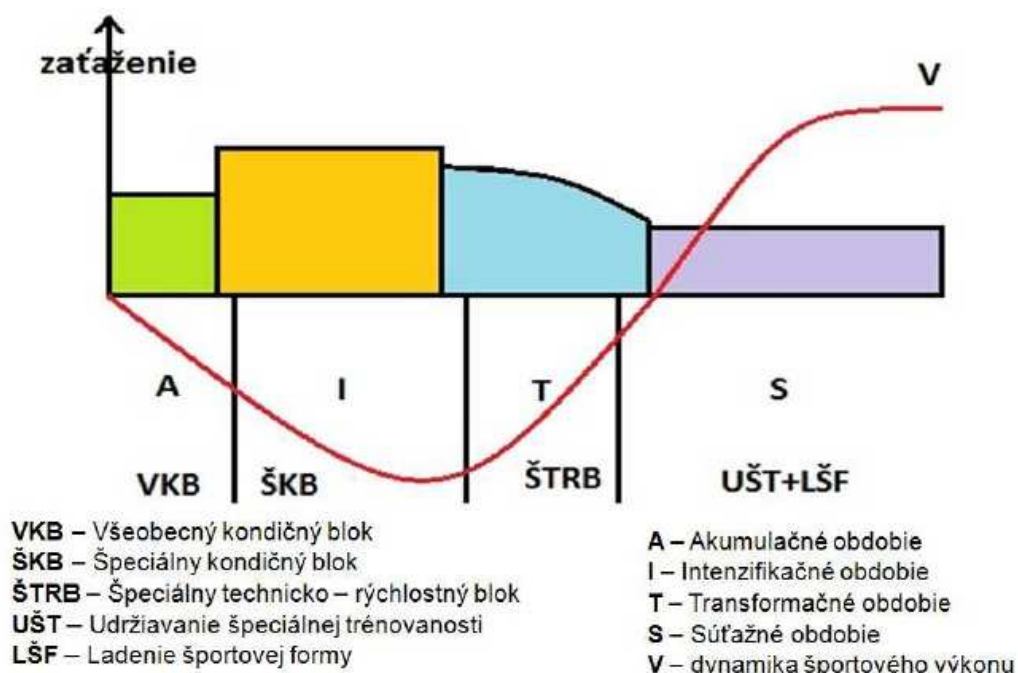
Ako v každom športe na výkonnostnej resp. vrcholovej úrovni musí tréner a jeho zverenec postupovať podľa zákonitostí športového tréningu z dlhodobého hľadiska. Systematika tréningových podnetov má za hlavný cieľ zvyšovanie športového výkonu, vo vzpieraní sú to prírastky v olympijskom dvojboji alebo Sinclairových bodoch. Počas ročného tréningového cyklu (RTC) sa výkonnosť pretekára mení vzhľadom k blížiacemu sa vrcholu sezóny. Na vrcholovej úrovni zvyčajne máme dve hlavné súťaže (1.- apríl/jún a 2.- november). V našej práci sme sa snažili demonštrovať postup kontroly výkonnosti u pretekára počas jednotlivých období prípravy. Sledovanie vybraných parametrov silových schopností nám umožní efektívnejšie posúdiť stav organizmu a smerovanie špeciálnej tréningovanosti. Tento postup optimalizuje reguláciu podnetov v tréningovom procese. Detailnejšie sledovanie zmien jednotlivých parametrov silových schopností vo viacerých tréningových prostriedkoch nám naskytuje možnosť identifikovať



pretekárove nedostatky v produkcií silových (rýchlostno-silových) kvalít. Na základe poznania a dodržiavania adaptačných mechanizmov organizmu na tréningové zaťaženie (teória superkompenzácie, teória oneskoreného a kumulatívneho tréningového efektu, zákonitosti adaptácie v čase (Kampmiller a kol. 2012)) môžeme systematickejšie ovplyvňovať a plánovať úroveň športovej výkonnosti. Dodržiavanie úloh a cieľov jednotlivých období ročného tréningového cyklu (akumulačné, intenzifikačné, transformačné a súťažné obdobie (Laczo 2011)) sa nám premietne v podobe zvyšovania špeciálnej tréningovanosti smerom k hlavnej súťaži.

PROBLÉM

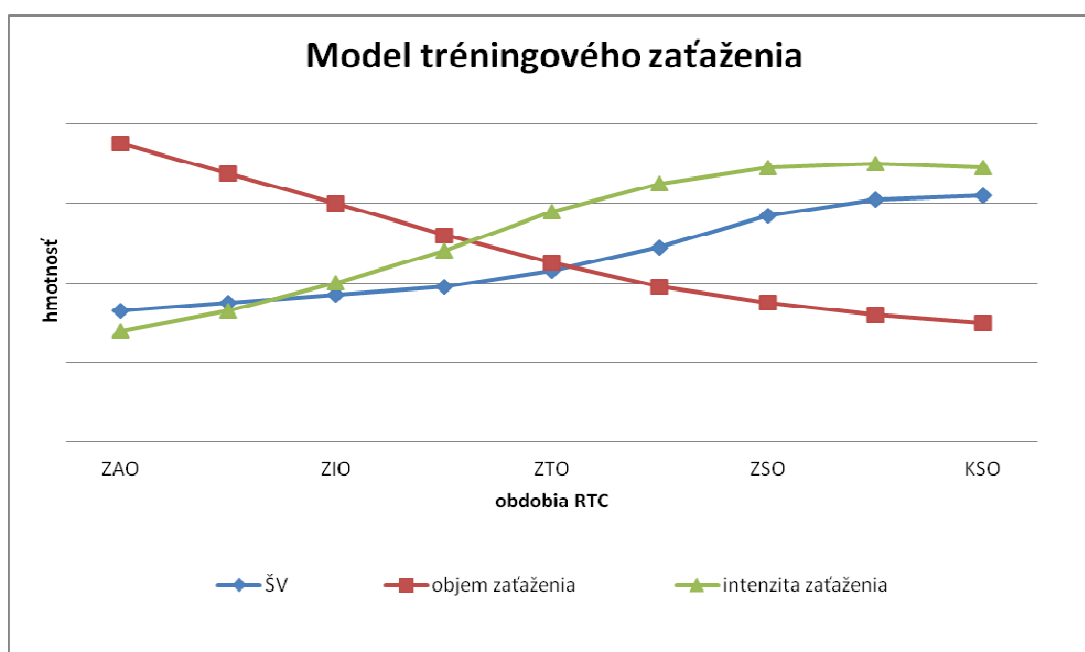
Monitorovaním dynamiky zmien vybraných silových parametrov z dlhodobého hľadiska sa nám ukazuje ako možnosť zefektívňovania tréningového procesu. Z hľadiska špeciálnej tréningovanosti vieme rozpoznať aký efekt má na organizmus konkrétny typ zaťaženia (resp. dané obdobie). Zároveň podrobnou analýzou dát získame východiská pre operatívne modifikovanie a regulovanie tréningového zaťaženia v sledovanom a nadchádzajúcom období smerom k naplneniu úloh a cieľov daného obdobia. V našej práci sme sledovali výkonnostného vzpierača, ktorého periodizácia (systematika tréningových podnetov) bola vytvorená na základe odborných skúseností a vedomostí. Demonštruje nám zameranie jednotlivých období prípravy a ich intraindividuálny vplyv na vybrané parametre silových schopností.



Obr. 1: Model obsahovej periodizácie v rýchlostno-silových športoch (Laczo 2011)



Obr. 1 a 2 znázorňuje dynamiku zmien objemu a intenzity zaťaženia počas RTC. V prípade obr. 1 vidíme priebeh športovej výkonnosti počas jednotlivých období, ako Laczo (2011) naznačil športový výkon (ŠV) má najprv klesajúcu tendenciu pričom využitím adaptačných mechanizmov organizmu počas prípravy dosiahneme v konečnej fáze zvýšenie ŠV. V prípade vzpierania môžeme polemizovať, či nastáva pokles ŠV počas akumulačného a intenzifikačného obdobia. Z praxe konštatujeme, že pokles aktuálnej výkonnosti je minimálny, pričom postupným tréningom narastá ŠV. Tento vzťah je znázornený na obr. 2.

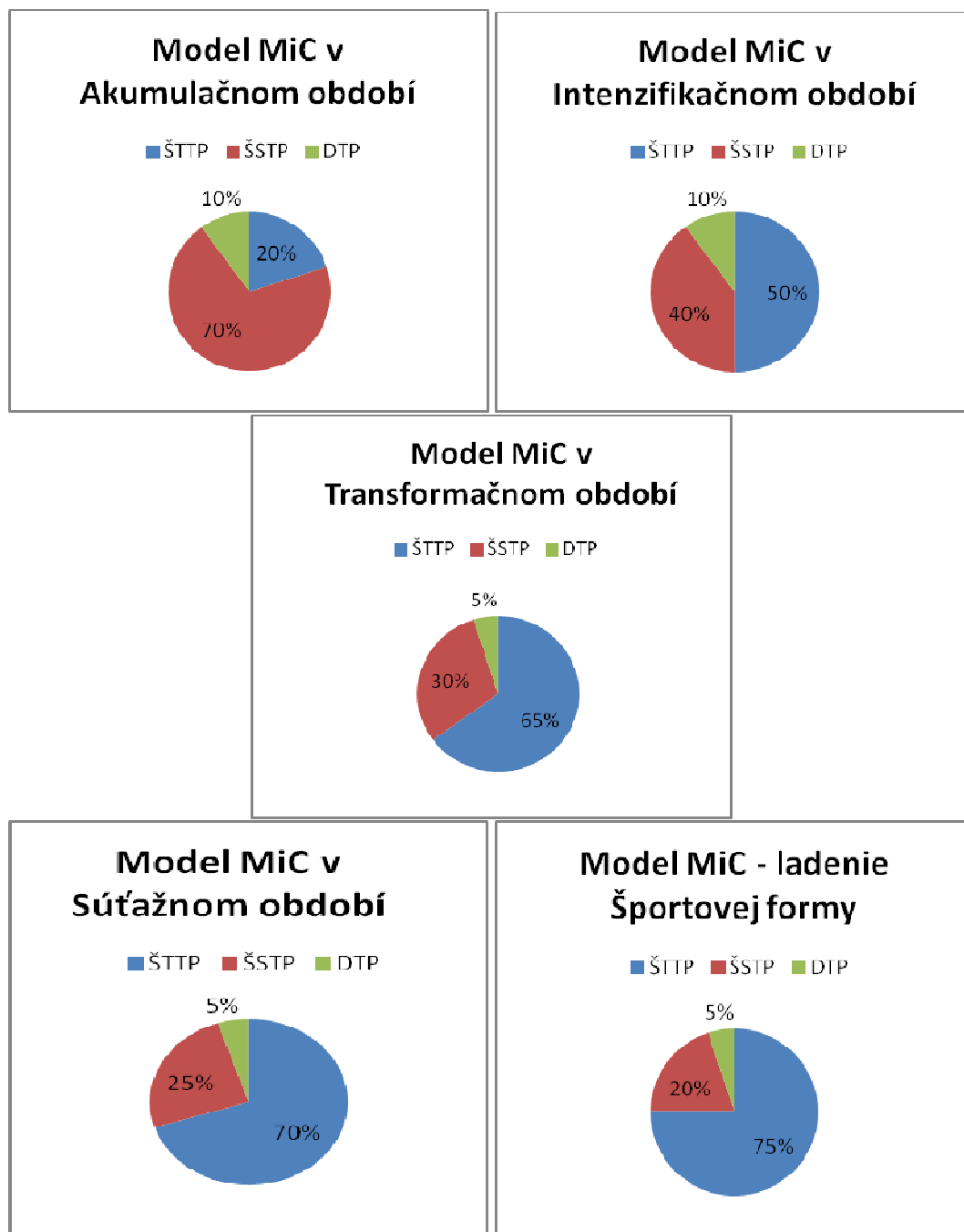


Obr. 2: Model dynamiky tréningového zaťaženia a športového výkonu (Kováč 2014)

Legenda: ZAO – začiatok akumulačného obdobia
ZIO – začiatok intenzifikačného obdobia
ZTO – začiatok transformačného obdobia
ZSO - začiatok súťažného obdobia
KSO – koniec súťažného obdobia

CIEĽ A HYPOTÉZY

Cieľom štúdie je rozšíriť poznatkovú bázu v oblasti vplyvu štruktúry tréningového zaťaženia na vybrané ukazovatele silových schopností v jednotlivých obdobiach ročného tréningového cyklu vo vzpieraní. Hlavná hypotéza bola orientovaná na dynamiku zmien vybraných parametrov silových schopností pre jednotlivé testové položky. Pričom sme predpokladali rozdielnú dynamiku zmien vybraných parametrov v prípade technických testových položiek a silových testových položiek. Naším predpokladom boli aj diferencované prírastky v prípade ŠV s vrcholom počas súťažného obdobia.



Obr. 3: Modely obsahového zamerania jednotlivých mikrocyklov

Legenda:

ŠTTP – Špeciálne technické tréningové prostriedky

ŠSTP – Špeciálne silové tréningové prostriedky

DTP - Doplnkové tréningové prostriedky

METODIKA

Dizajn našej štúdie bol charakterizovaný intraindividuálnym časovo-postupným ex post facto výskumom, v ktorom sme sledovali výkonnostného vzpierača (hmotnostnej kategórie do 85kg). Proband spĺňa výberové kritéria stanovené na začiatku výskumu. Sledované

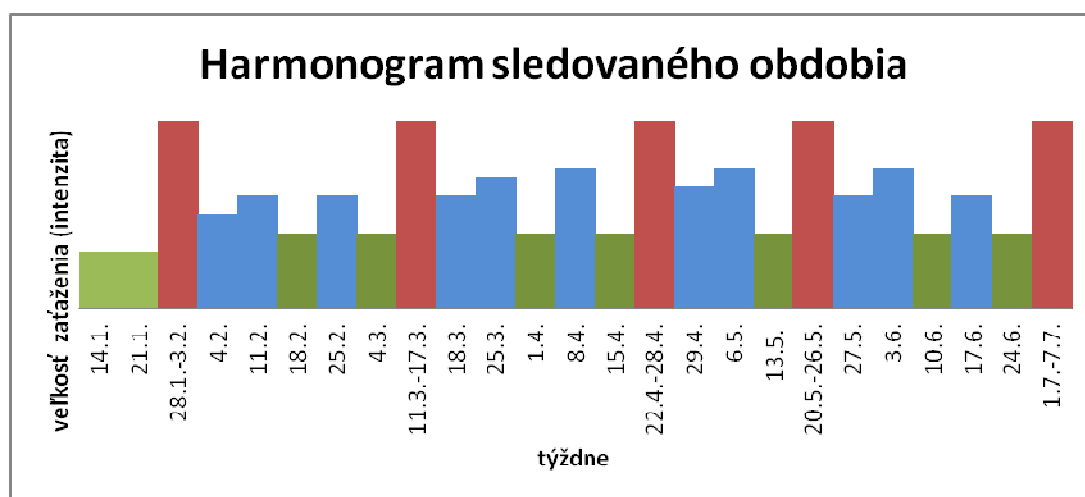


obdobie bolo v trvaní 25 týždňov, čo predstavuje v našom prípade prvý polrok RTC. Toto obdobie sme rozdelili na akumulčné, intenzifikačné, transformačné a súťažné obdobie. Každé z období malo svoje základné nastavenie tréningového zaťaženia (výber tréningových prostriedkov, dávkovanie, ...). Počas sledovaného obdobia sme vykonali 5 meraní (vstupné, priebežné(3) a výstupné meranie). Pri meraniach sme využívali diagnostické zariadenie FitroDyne Premium (Fitronic, Bratislava - Slovensko), s ktorým sme vykonávali diagnostické série (Hamar 1993). Pričom diagnostická séria pozostávala z postupnej registrácie parametrov silových schopností pri jednotlivých hmotnostiach činky (počiatočná hmotnosť + 10kg/5kg) až do jednorazového maxima (1RM). Takáto diagnostická séria nám poskytuje viacero informácií, pričom pre nás boli dôležité výkonové maximum (hmotnosť činky, pri ktorej dosahuje proband najvyššie hodnoty priemerného výkonu), hodnoty priemerného výkonu na výkonovom maxime a 1RM. Sledovali sme teda dynamiku silových parametrov - výkonového maxima a jednorazového maxima.

Testová batéria bola tvorená z ôsmich testových položiek, ktoré sme rozdelili na dve skupiny: a/ technické (trh do drepu, trh do polodrepu, premiestnenie do drepu a premiestnenie do polodrepu), b/silové (drep vpredu, drep vzadu, pozdvih nadhodový, výrazový tlak) tak ako Laczó, Kováč, Buzgó (2012).

Evidenciou tréningového zaťaženia a následným vyhodnotením tréningového zaťaženia v jednotlivých obdobiach sme kvantifikovali vplyv tréningového zaťaženia na sledované parametre silových schopností.

Periodizácia mikrocyklov (MiC) bola riešená modelom 5 tréningových dní a 2 voľné, pričom proband absolvoval 5-8 TJ počas jedného MiC v závislosti od konkrétneho obdobia.



Obr.4 Harmonogram meraní počas sledovaného obdobia

Legenda:

úvodný MiC, ťažší MiC, ľahší MiC, merací týždeň



Testovanie prebiehalo počas jedného týždňa, aby nebolo meranie ovplyvnené kumulovanou únavou. V priebehu testovacieho obdobia sme zrealizovali jeden testovací deň s následným odpočinkovým dňom. V testovacom týždni boli zrealizované 3 testovacie dni a 3 odpočinkové dni. Poradie testových položiek bolo pevne stanovené pre každý testovací deň.

VÝSLEDKY

Vyhodnotením tréningového denníka športovca sme dostali údaje o veľkosti zaťaženia počas sledovaného obdobia resp. jednotlivých období RTC. Tab. 1 reprezentuje zhrnutie všeobecných tréningových ukazovateľov (VTU), spolu so základnými informáciami o tréňovanosti probanda. VTU nám naznačujú vonkajšie vplyvy, ktoré nám vstupovali do prípravy. Súťaže počas prvých dvoch období mali skôr tréningový charakter, čiže im nepredchádzalo upravenie tréningového zaťaženia pred súťažou. Vrchol sezóny boli Medzinárodné majstrovstvá Českej republiky (MMČR) a Majstrovstvá Slovenskej republiky (MSR), ku ktorým bolo prispôsobené aj vylad'ovanie športovej formy.

Tab. 1: Všeobecné tréningové ukazovatele

Všeobecné tréningové ukazovatele				
	akumulačné obdobie	intenzifikačné obdobie	transformačné obdobie	súťažné obdobie
Dátum, počet dní	4.2.-10.3. (35dní)	18.3.-21.4. (35)	29.4.-19.5. (21)	27.5.-30.6. (35)
Počet dní zaťaženia	26	27	14	24
Počet TJ(hodín)	31(42)	45(55)	24(30)	34(38)
Počet dní bez tréningu	9	8	7	10
Počet hodín regenerácie	5	5	4	4
Počet súťaží	1	1	0	2
Počet dní zdravotných problémov	1	1	1	3

Na základe údajov z tab. č.2 vieme kvantifikovať objem, intenzitu zaťaženia počas jednotlivých období RTC, pričom tieto špeciálne tréningové ukazovatele (ŠTU) sme vyhodnocovali pre dve skupiny tréningových prostriedkov (špeciálne technické a špeciálne silové tréningové prostriedky). Pomer špeciálnych technických tréningových prostriedkov (ŠTTP) a špeciálnych silových tréningových prostriedkov (ŠSTP) nám poukazuje na obsahové zameranie jednotlivých období. Obsahové zameranie jednotlivých období sa zmenilo z pomeru 80:20 (ŠSTP:ŠTTP) v akumulačnom období na stranu ŠTP, pričom pomer ŠSTP:ŠTTP v intenzifikačnom období bol 58:42 a v transformačnom období bol 44:56. Súťažné obdobie nám naznačuje mierny návrat, čo je zapríčinené znížením objemu zaťaženia v podobe ladenia športovej formy. V neposlednom rade aj vonkajším negatívnym vplyvom rušivých

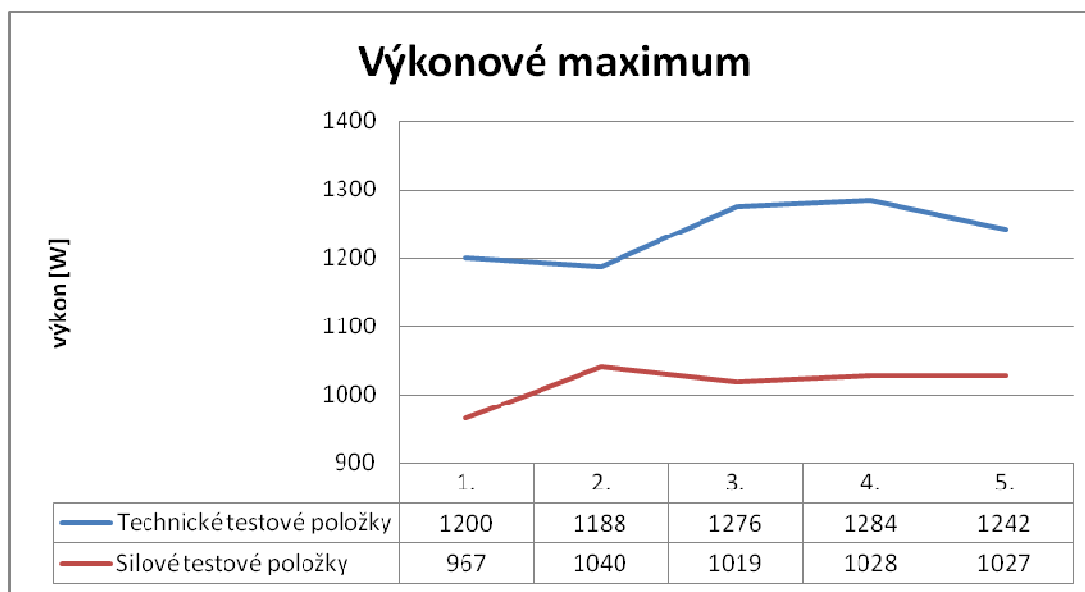


faktorov športového tréningu, ktoré sme nevedeli odstrániť iba minimalizovať.

Tab. 2: Špeciálne tréningové ukazovatele

Špeciálne tréningové ukazovatele												
	Akumulačné obdobie			Intenzifikačné obdobie			Transformačné obdobie			Súťažné obdobie		
	Počet ton[t]	Počet opakovaní	Intenzita [kg]	Počet ton[t]	Počet opakovaní	Intenzita [kg]	Počet ton[t]	Počet opakovaní	Intenzita [kg]	Počet ton[t]	Počet opakovaní	Intenzita [kg]
Špeciálne silové prostriedky	151,12	1517	100	98,09	847	116	32,22	258	125	41,22	291	142
Špeciálne technické prostriedky	30,07	368	82	57,58	624	92	33,36	329	101	32,08	316	102
Spolu	181,18	1885		155,67	1471		65,58	587		73,30	607	
% vyjadrenie pomeru s/t		80			58			44			48	
		20			42			56			52	

V prípade objemových ukazovateľov (celkový počet nadvíhaných ton a celkový počet opakovaní) nám demonštrujú zostupný charakter vzhľadom k blížiacemu sa súťažnému obdobiu. V prípade jednotlivých skupín tréningových prostriedkov sú tieto údaje diferencované, hlavne pre obsahové zameranie daných období. Transformačné obdobie bolo v trvaní 3 týždne, čo sa prejavilo aj v hodnotách objemových ukazovateľov, hlavne v prípade ŠTTP. V prepočte na týždňový MiC by tieto údaje mali klesajúcu tendenciu.

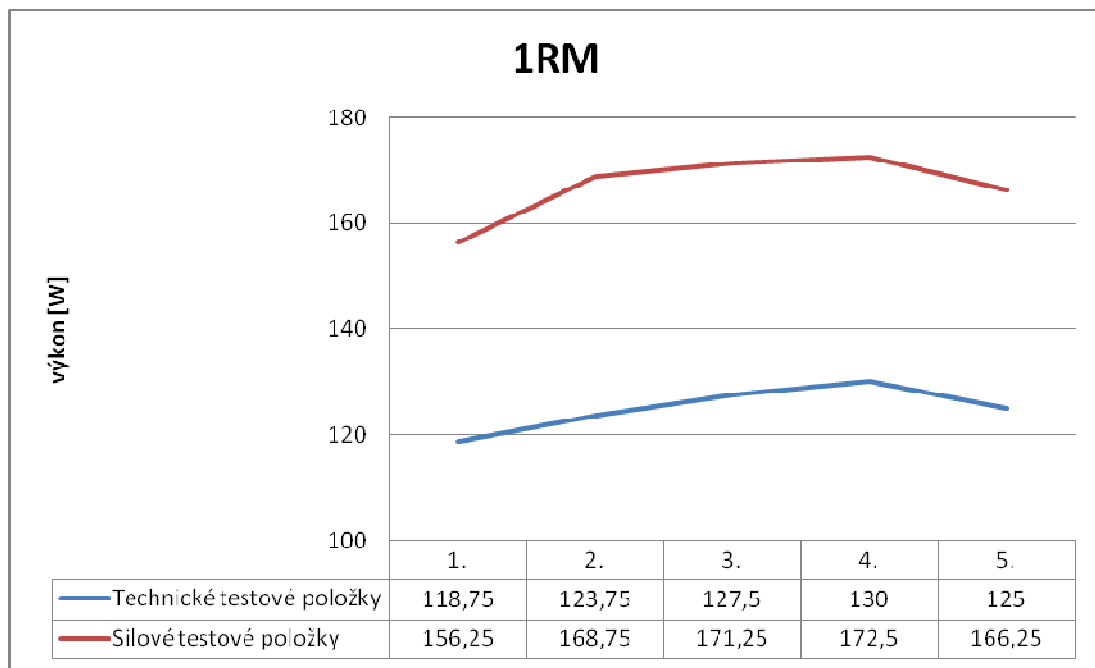


Obr. 5: Priebeh zmien v parametri výkonové maximum počas sledovaného obdobia

Nasledujúce obrázky č. 5, 6 a 7 nám poukazujú ako sa menili vybrané parametre silových schopností. Na obr. č. 5 je zobrazená dynamika/priebeh zmien po jednotlivých obdobiach prípravy v parametri výkonové maximum, čo demonštruje tréňovanosť rýchlostno-silových schopností. Významné zmeny sme zaregistrovali po akumulačnom

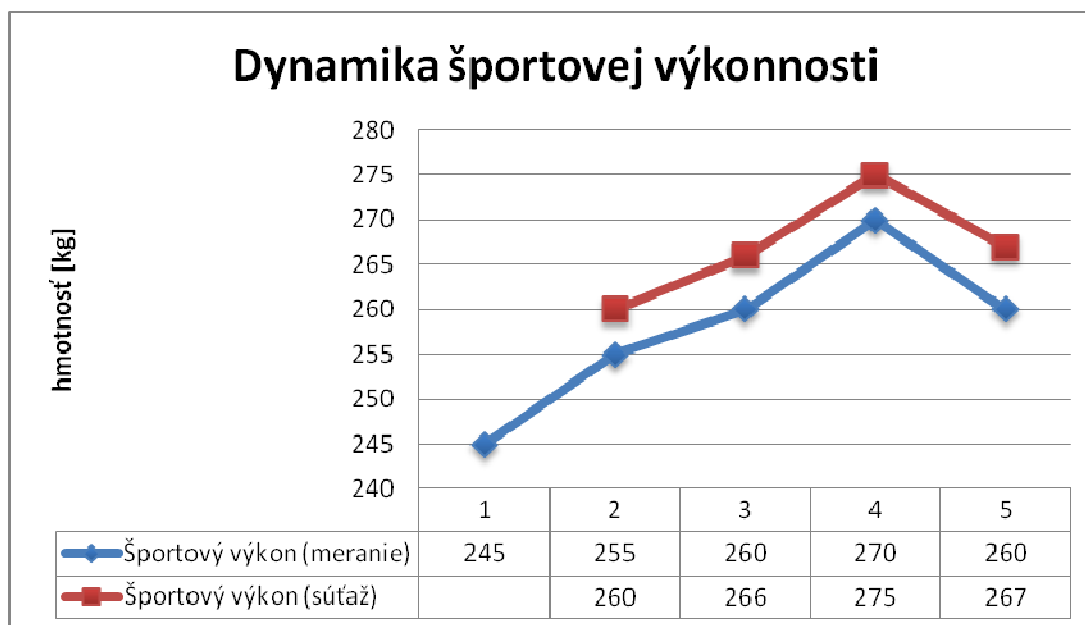


období, kedy sa výkonové maximum v silových testových položkách zvýšilo v priemere o 73 W a v technických testových položkách sa dosiahla najväčšia zmena počas intenzifikačného obdobia vzostup v priemere o 88 W. Vysvetlenie môžeme nájsť v obsahovom zameraní daného obdobia, pričom sme plnili jednotlivé úlohy daného obdobia t.j. v akumulačnom období sa venujem nárastu silových parametrov, čo nám demonštruje aj parameter 1RM. V intenzifikačnom období sa vo väčšej miere venujeme technicky tréningovým prostriedkom a taktiež vytvárame intenzívnejšie tréningové podnety.



Obr. 6: Priebeh zmien v parametri jednorazové maximum počas sledovaného obdobia

Najväčšie hodnoty v parametroch výkonové maximum a 1RM v prípade technických testových položiek sa dosahujú v meraní č. 4. Demonštruje nám to úroveň špeciálnej trénovanosti, ktorú pretekár/proband dosiahol. Športová výkonnosť dosahovala na začiatku súťažného obdobia čo nám poukazuje na využitie adaptačných mechanizmov počas prípravy a postupný nárast vo vybraných parametroch sa nám preukázal aj v prípade športového výkonu. Obr. č.7 nám zobrazuje priebeh športovej výkonnosti (zmien v olympijskom dvojboji). Znázorňujeme tu dva prípady: športový výkon v tréningu a v súťaži. Rozdiel medzi tréningom a súťažou je v dôsledku fyzického ladenia športovej formy a psychického nastavenia športovca v súťažných podmienkach, čo má na pretekára pozitívny vplyv. Posledné meranie nám zobrazuje pokles výkonnosti, znížilo sa aj spomínané vonkajšie narušenie v podobe viacerých nešpecifických podnetov.



Obr. 7: Priebeh zmien športovej výkonnosti počas sledovaného obdobia

Športový výkon v súťaži počas celého sledovaného obdobia mal vzostupný charakter, na začiatku intenzifikačného obdobia dosiahol proband výkon v olympijskom dvojboji na úrovni 260 kg a najlepšie výkony dosiahol proband v olympijskom dvojboji na začiatku súťažného obdobia a to na úrovni 275 kg.

ZÁVER

Uplatňovaním metodiky intraindividuálneho sledovania dynamiky parametrov silových schopností počas dlhodobej športovej prípravy môže výrazne prispieť k optimalizácii tréningového zaťaženia a k efektívnejšiemu riadeniu tréningového procesu. Využívanie podobného diagnostického zariadenia v tréningu pretekára neobmedzuje a trénerovi rozširuje ponuku kontrolných nástrojov v tréningovej praxi. Operatívne má tréner možnosť zistiť aktuálny stav trénovanosti pretekára. V praxi, pre zjednodušenie môžeme znížiť testovú batériu na minimum a vykonávať len jednoduchové testovacie tréningové jednotky, ktoré neobmedzujú dlhodobú systematiku tréningového procesu. Vhodnou alternatívou môže byť sledovanie pozostávajúce z dvoch alebo troch testových položiek vo vybranom dni MiC, pričom môžeme sledovať aj viacero parametrov (priemerné alebo maximálne hodnoty výkonu, rýchlosti).



POUŽITÁ LITERATÚRA

HAMAR, D. 1993. *Komplexná diagnostika silových schopností*. Závěrečná výskumná správa. Bratislava: VÚTK FTVŠ UK Bratislava, 1993.

LACZO, E. 2012. Tréningové (súťažné) zaťaženie. In: *Kampmiller, T., Vanderka, M., Laczo, E., Peráček, P. 2012. Teória športu a didaktika športového tréningu*. ICM agency, Bratislava 2012, 353 s. ISBN 978-80-89257-48-5.

KOVÁČ, M. 2014. Dynamika vybraných silových parametrov v jednotlivých obdobiach ročného tréningového cyklu vo vzpieraní. Diplomová práca. Bratislava: FTVŠ UK, 2014.

LACZO, E. 2011. Periodizácia tréningového zaťaženia so zameraním na rozvoj rýchlostno-silových schopností. In *KOLEKTÍV Vzpieranie pre rozvoj sily a kondície*. Vedecký zborník. Bratislava: ICM AGENCY, 2011, s. 17-24. ISBN 978-80-89257-34-8.

LACZO, E., BUZGÓ, G., KOVÁČ, M. 2012. Ukazovatele intenzity zaťaženia pri komplexných tréningových prostriedkoch vo vzpieraní. In *KOLEKTÍV Vzpieranie I.. Učebné texty pre trénerov*. Bratislava: ICM Agency, 2012, s. 55-63. ISBN 978-80-89257-56-0.





3

DIAGNOSTIKA SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ



3.1

TELESNÁ HMOTNOSŤ A JEJ PODIEL NA SVALOVOM VÝKONE V DREPE SO ZÁVAŽÍM

Peter Schickhofer

Katedra športovej kinantropológie,
Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského, Bratislava

Mgr. Peter Schickhofer, PhD. (*1966) - pôsobí ako odborný asistent na FTVŠ UK v Bratislave. Zabezpečuje vyučovanie povinného predmetu atletika a povinne voliteľného predmetu rozvoj rýchlostno-silových schopností na čo sa vzťahuje aj jeho vedecko-výskumná činnosť. Pôsobí ako kondičný tréner a tréner atletiky. V rámci športového tréningu v atletike sa špecializuje na prekážkové behy a na viacboje.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

hmotnosť, drep, dynamometrická platňa, izoinerčný dynamometer

ÚVOD

Silový tréning je v popredí záujmu nielen športovcov ale aj širokej populácie. V mnohých športových odvetviach sú to predovšetkým silové schopnosti, ktoré významným spôsobom limitujú dosahovaný výkon.

Zvyšovanie rastu športovej výkonnosti vo väčšine športových odvetví dnes už nezávisí len od talentu športovca, skúseností trénera, kopírovania techniky vyspelých športovcov a pod., ale predovšetkým od správne vedeného a na vedeckých základoch podloženého tréningového procesu. Aj z praxe sa ozýva požiadavka po vedeckých poznatkoch, ktoré môžu pomôcť pri optimalizácii tréningového zaťaženia a zvyšovaní účinnosti športového tréningu ako prostriedkov na zvyšovanie výkonu a úspešnosti.

V tejto súvislosti sa teda dostáva do popredia požiadavka ich čo najobjektívnejšieho posudzovania a najefektívnejšieho rozvoja.

Moderný postup pri posudzovaní silových schopností je založený na využívaní zariadení, ktoré umožňujú priebežnú registráciu parametrov sily v celom rozsahu kontrakcie (Bosco, 1995). Tradičnú alternatívu predstavujú dynamometrické platne, ktoré s príslušným počítačovým vybavením umožňujú nielen meranie sily ale pri známej hmotnosti a uplatnení základných zákonov mechaniky aj ostatné parametre ako rýchlosť a výkon. Ďalšiu možnosť posudzovania silových schopností predstavujú izoinerčné dynamometre (Jidovtseff, 2008). Tieto merajú primárne rýchlosť prípadne zrýchlenie a z nich podľa zákonov mechaniky pri známej hmotnosti aj ostatné parametre ako sila a výkon (Rahmani, 2001). Jedným z týchto populárnych zariadení je FitroDyne (Hamar et al, 1995).

Drep patrí k základným cvičeniam v rámci posilňovania, je jedným z najúčinnějších, hoci menej obľúbených cvičení na posilnenie dolných



končatín. Je neoddeliteľnou súčasťou silovej prípravy pre mnoho športov ktoré vyžadujú vysokú úroveň sily dolných končatín, ako je futbal, hokej, atletika, vzpieranie.

Drep je komplexné cvičenie pri ktorom zapájame celé telo. Posilňuje v prvom svaly pletenca dolnej končatiny a svalstvo chrbta, čo sú veľmi dôležité svalové skupiny pre beh, skoky a vzpieranie.

Drep patrí k základným cvičeniam posilňovania, no napriek tomu sa mu v kondičnej príprave mnohí športovci snažia vyhnúť najmä v dôsledku pomerne zložitej techniky, ktorá vyžaduje vysokú mieru koncentrácie. Ďalšími príčinami nezaraďovania drepov do silovej prípravy sú zlé skúsenosti, kedy chybná technika drepu často viedla k bolestiam v kolenách a v chrbtici. Pri vykonávaní cvičenia drep je potrebné, aby športovci mali osvojené potrebné pohybové zručnosti a zautomatizovanú správnu techniku drepu s náčiním (Fehér, 2006).

Existuje veľmi veľa spôsobov vykonania drepu a aj rôznych mien používaných na pomenovanie tohto cviku.

Samotný cvik drep sa najčastejšie vykonáva s telesnej hmotnosťou, s činkou, alebo na stroji.

Drepy je možné rozdeliť:

1. znožné,
2. rozkročné,
3. nožné,
4. kročné,
5. výkročné (Chovan, 1972).

Niektoré publikácie uvádzajú v závislosti od postavenia chodidiel, použitého náčinia a jeho umiestnenia vzhľadom na telo cvičenca ako aj rozsahu a rýchlosti pohybu, rôzne typy prevedenia drepov.

Ak porovnáme pokles maximálnych hodnôt sily v závislosti od veľkosti pokrčenia v kolennom kĺbe, zo základných poznatkov fyziky o pákových mechanizmoch je zjavné, že čím väčšie bude rameno sily (pokrčenie), tým menšie budú vonkajšie účinky pri tých istých vnútorných svalových silách (Vanderka et al, 2012).

Rôzne spôsoby vykonávania drepu porovnáva vo svojom výskume Tihanyi (1998):

1. Vysoký drep - kolenný kĺb je v 140 stupňovom uhle.
2. Podrep - kolenný kĺb je v 90 stupňovom uhle.
3. Hlboký drep - kolenný kĺb je v 50 stupňovom uhle.

Problém s ktorým sa stretávame hlavne pri drepe je, či pri výpočtoch používať iba hmotnosť činky alebo spolu s hmotnosťou činky aj hmotnosť cvičenca. Pri drepe totiž nezdvíhame celé telo pretože predkolenie a noha sa pri drepe zdvíhajú minimálne resp. vôbec, čím dochádza k nadhodnoteniu parametrov sily a výkonu.



Cieľom práce bolo zistiť rozdiely výkonu pri klasickom meraní pomocou dynamometrickej platne a pri použití izoinerčného dynamometra FitroDyne.

METODIKA

Súbor tvorilo 20 probandov (vek 26,4±6,0 roku, výška 179,9±5,8cm, hmotnosť 80,8±11,4kg) so skúsenosťami so silovým tréningom. Všetci zúčastnení vykonali testovaciu sériu drepu s činkou s hmotnosťami 20, 40, 60, 80 a 100kg, resp. do jednorazového maxima (1RM) pričom s každou hmotnosťou vykonali drep maximálnou rýchlosťou v koncentrickej fáze. Medzi jednotlivými pokusmi boli prestávky v trvaní minimálne 2 minúty. Parametre sily, výkonu a rýchlosti pohybu sme zaznamenávali pomocou dynamometrickej platne a súčasne aj izoinerčným dynamometrom FiTRODyne (obr. 1).



Obr. 1: Zaznamenávanie parametrov sily, výkonu a rýchlosti pohybu pomocou dynamometrickej platne a izoinerčným dynamometrom FiTRODyne.

Pri meraní pomocou dynamometrickej platne sa primárne meria sila a ďalšie parametre sa získavajú výpočtom zo vzťahu $F=m \cdot g + m \cdot a$. Pre výpočet zrýchlenia sa potom využíva vzťah $a = \frac{F - m \cdot g}{m}$, zo zrýchlenia sa následne integráciou vypočíta rýchlosť ($v = a \cdot t$) a z nej a zo sily výkon ($P = F \cdot v$).



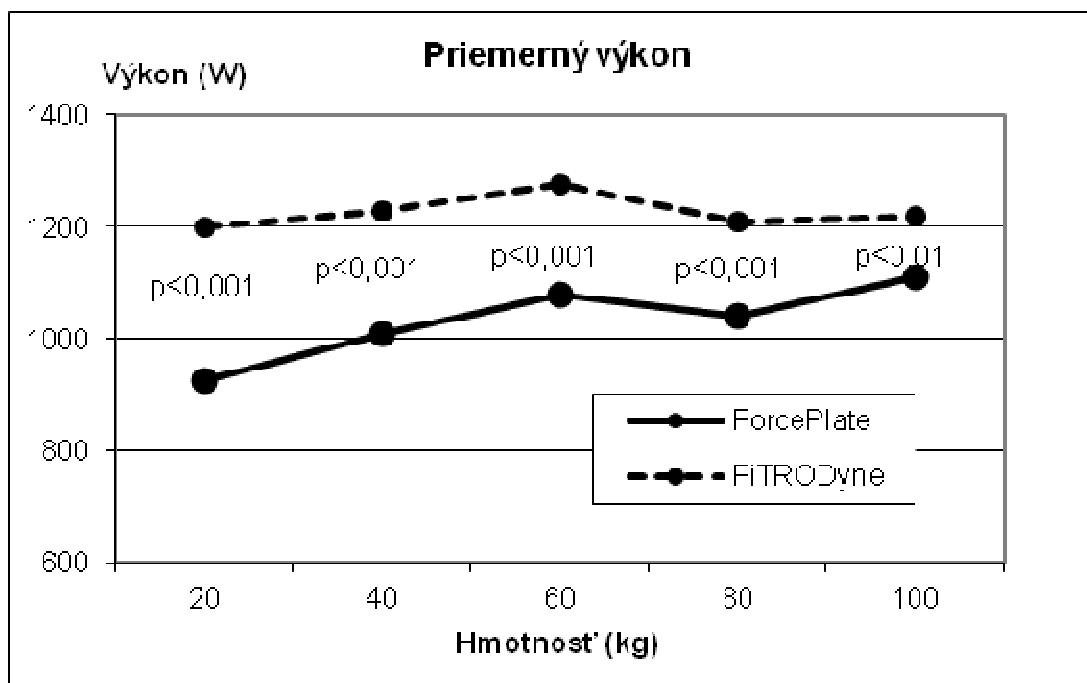
Na posúdenie maximálnej izometrickej sily a silového gradientu sme použili dynamometrickú platňu, ktorá je prepojená, riadená počítačom a snímače tlaku tenzometre vysielajú do zbernice riadenej počítačom signály o zmene tlaku vo vertikálnom smere s frekvenciou 1000 Hz. Dynamometrická platňa je spojená s 12 bit AD convertorom a softvérom firmy Fitronic.sk (Schickhofer, Cvečka, 2011).

Pri získavaní údajov izoinerčným dynamometrom sa primárne meria rýchlosť pohybu a čas. Zrýchlenie získame na základe vzťahu $a=v.t^{-1}$ a následne sa vypočíta hodnota sily zo vzťahu $F=m.g+m.a$. Výkon sa vypočíta zo vzťahu $P=F.v$.

Hodnoty výkonu pri oboch spôsoboch merania sme porovnali a rozdiely štatisticky vyhodnotili párovým T-testom.

VÝSLEDKY

Porovnanie hodnôt výkonu pri oboch spôsoboch merania je znázornené na obr. 2. Hodnoty výkonu získané z FitroDyne (20kg 1200+162W, 40kg 1227+189W, 60kg 1276+203W, 80kg 1209+235W, 100 kg 1218+270 W) sú podľa predpokladu pri všetkých hmotnostiach významne vyššie ako tie z dynamometrickej platne (20kg 925+132W, 40kg 1008+157W, 60kg 1077+173W, 80kg 1041+204W, 100kg 1109+244W).

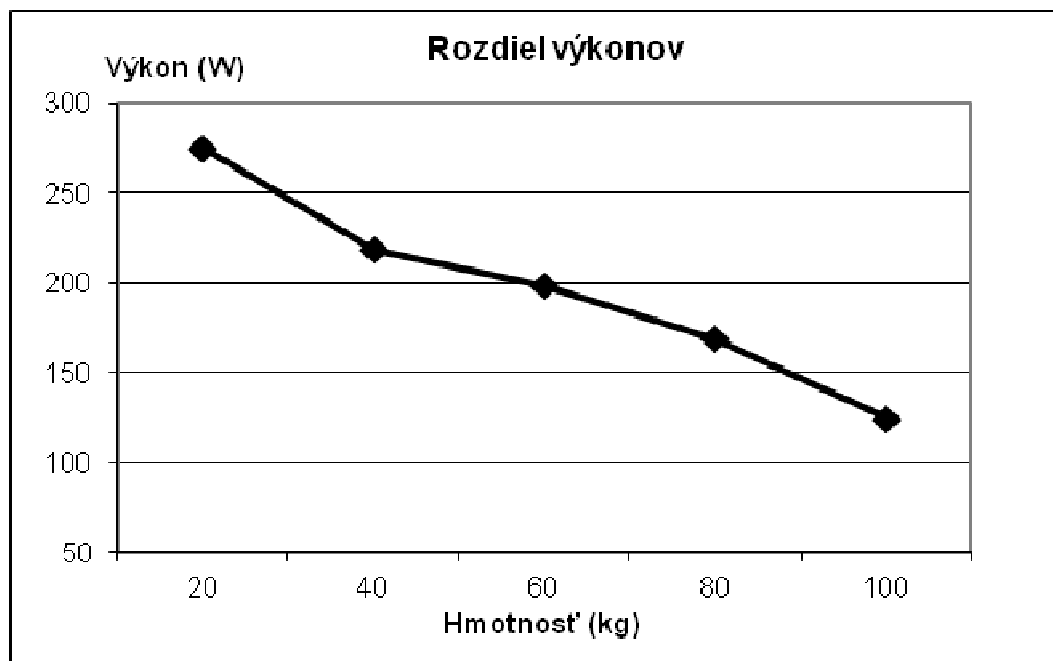


Obr. 2: Porovnanie priemerných výkonov z merania na dynamometrickej platni a Fitrodyne

Rozdiely hodnôt výkonu získaných oboma spôsobmi merania s narastajúcou hmotnosťou činky klesajú (obr. 3). Rozdiely vyjadrené v absolútnych hodnotách predstavujú pri 20kg 275,3+65,0W, pri 40kg



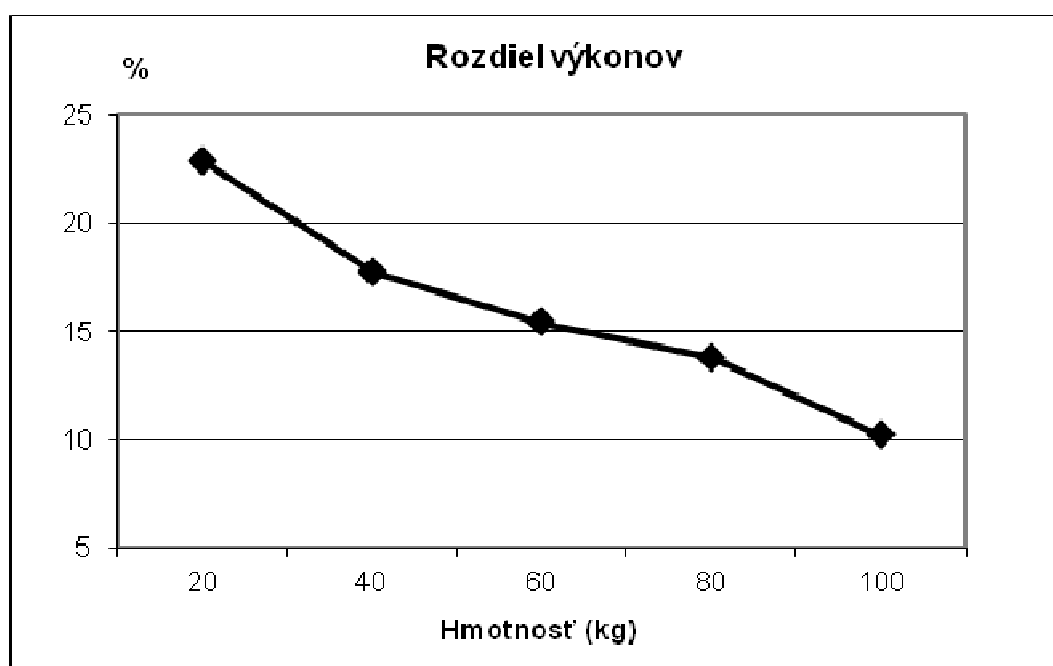
218,6+47,1W, pri 60kg 198,6+65,1W, pri 80kg 169,2+67,2W a pri 100kg 124,8+71,4W v prospech izoinerčného dynamometra FitroDyne.



Obr. 3: Rozdiely výkonov v absolútnych hodnotách

Rozdiel hodnôt výkonu získaných oboma spôsobmi merania vyjadrený v percentách je pri 20kg 23,9+3,9%, pri 40kg 18,7+2,9%, pri 60kg 15,5+4,1%, pri 80kg 13,8+4,9% a pri 100kg 10,2+6,1% (obr. 4).

Z uvedeného je vidieť, že percentuálny rozdiel je väčší pri nižších hmotnostiach a vyšších rýchlostiach pohybu a s narastajúcou hmotnosťou a znižujúcou sa rýchlosťou pohybu klesá, ale stále je v prospech izoinerčného dynamometra FitroDyne.



Obr. 4: Rozdiel výkonov v percentách



Tento pokles rozdielu výkonov v prospech izoinerčného dynamometra FitroDyne je zrejme zapríčinený zmenšujúcim sa podielom hmotnosti nohy a predkolenia (podiel nohy je 2%, podiel predkolenia 5% z celkovej hmotnosti tela), ktoré sa pri drepe zdvíhajú minimálne resp. vôbec na celkovej hmotnosti (hmotnosť cvičenca + hmotnosť činky) pri cvikoch s vyššími hmotnosťami.

ZÁVER

1.Výsledky potvrdili vyššie hodnoty výkonu pri izoinerčnom dynamometri. Rozdiely odrážajú skutočnosť, že pri drepe sa nezdvíha celá hmotnosť cvičenca, ktorá sa pri výpočte používa.

2.Toto nadhodnotenie v prospech izoinerčného dynamometra dosahuje 275W, t.j. 23,9% pri 20kg, 218W, t.j. 18,7% pri 40kg, 199W, t.j. 15,5% pri 60kg, 169W, t.j. 13,8% pri 80kg a 124W, t.j. 10,2% pri 100kg.

V praxi pri analýze výkonov získaných pomocou izoinerčného dynamometra FitroDyne je treba brať tento rozdiel do úvahy a v prípade potreby korigovať získané údaje o tieto hodnoty.

LITERATÚRA

BOSCO, C., BELLI, A., ASTRUA, M. et al. 1995. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work European Journal of Applied Physiology 70, 1995: 379–86

FEHÉR, T. 2006. *Olympic Weightlifting*. Tamas Strength Sport Libri Publishing House, Hungary, 83 p. ISBN 963-06-0139-7.

HAMAR, D., GAŽOVIČ, O., SCHICKHOFER, P., KAMPMILLER, T.1995. Komplexná registrácia biomechanických parametrov v diagnostike silových schopností. Acta Facultatis Educationis physicae Universitatis Comenianae, 36. - Bratislava : Univerzita Komenského, 1995. - ISBN 80-223-0905-2. - s. 171-181

CHOVAN, J. 1972. *Názvoslovie telesných cvičení a ich triedenie*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1972. 356 s.

JIDOVTSSEFF, B., CROISIER, J., SCIMAR, N., DEMOULIN, C., MAQUET, D., CRIELAARD, J. 2008. The ability of isoinertial assessment to monitor specific training effects. J Sports Med Phys Fitness. 2008 Mar;48(1):55-64.

RAHMANI, A., VIALE, F., DALLEAU, G., LACOUR, JR. 2001. Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. European Journal of Applied Physiology 84(3), 2001:227-32

SCHICKHOFER, P., and CVEČKA, J. 2011. Diagnostika silových schopností I. In: *Vzpieranie pre rozvoj sily a kondície*. Bratislava: ICM AGENCY, 2011, 98 p. ISBN 978-80-89257-34-8.

TIHANYI, J., 1998. Az izmok élettani és biomechanikai tulajdonságainak változtatási lehetőségei edzéssel. In: Magyar edző, 4-10 s.



VANDERKA, M., OLASZ, D., LONGOVÁ, K. 2012. Parametre sily pri cvičení drep v závislosti od veľkosti pokrčenia v kolennom kĺbe. In: ATLETIKA 2012, Sborník příspěvků mezinárodní konference, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií Brno 2012, s. 246-254