

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

José Martího 31, 162 52 Praha 6 - Veveslavín

**ÚČINNOST VYUŽITIA METÓDY VONKAJŠIEHO  
DOPLNKOVÉHO ODPORU K STIMULÁCII ACYKLICKEJ  
RÝCHLOSTI  
(NA PRÍKLADE FUTBALU)**

Autoreferát dizertačnej práce  
na získanie vedecko – akademickej hodnosti  
philosophiae doctor  
v odbore doktorandského štúdia kinatropológia

**Praha 2009**

## Bibliografická identifikácia práce

**Názov práce:**

Účinnosť využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu k stimulácii acyklickej rýchlosti (na príklade futbalu).

**Školiace pracovisko:**

Katedra pedagogiky, psychologie a didaktiky TV a sportu  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Univerzita Karlova v Praze

**Autor:**

PaedDr. Tomáš MALÝ

**Školitel:**

Doc. PhDr. Josef Dovalil, CSc.

Dizertačná práca bola vypracovaná v priebehu rokov 2003-2009 a predstavuje pôvodný rukopis (159 s. bez príloh). S úplným znením dizertačnej práce je možné sa oboznámiť v knižnici FTVS UK Praha, José Martího 31, Praha 6.

Oponenti práce:

1. ....
2. ....

Termín verejnej obhajoby dizertačnej práce: .....

Predseda komisie pre obhajobu: .....

# 1 TEORETICKÝ ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY

Jedným zo základných prvkov v športových hrách na vrcholovej úrovni je ich dynamizácia, ktorá sa prejavuje nielen v herných činnostiach jednotlivca, herných kombináciách, ale taktiež v hernej súčinnosti kolektívu. Preto sa oprávnené kladú vysoké požiadavky na úroveň resp. prejav rýchlostných schopností. Tie sú v rámci pohybových schopností vysoko geneticky ovplyvnené a ich rozvoj patrí medzi najobťažnejšie úlohy športového tréningu (Dovalil et al., 2002, Bompa, 1999).

Prejav acyklickej rýchlosti v športe pozorujeme pri pohyboch, v ktorých sa pohybová štruktúra pravidelne neopakuje. Měkota & Novosad (2005) uvádzajú, že acyklická rýchlosť sa týka jednorazovej realizácie pohybu s maximálnou rýchlosťou proti nízkemu odporu. V športových disciplínach, kde prekonávame vo vysokých rýchlostiach vyšší odpor (napr. vrh guľou) sa vyžaduje vysoká úroveň rýchlostno – silovej schopnosti. So zvyšujúcim sa odporom (napr. vzpieranie) rastú požiadavky na úroveň maximálnej sily. Naopak pri nízkom resp. nulovom odpore (strelba v športových hrách, úder v boxe) sa nevyžaduje vysoká úroveň maximálnej sily. Tieto pohyby sú avšak náročnejšie na realizáciu v maximálnej rýchlosti, na koordináciu, presnosť, timing, rytmus pohybov a podobne. Je známe, že ak sa pri prekonávaní odporu vyžaduje maximálne zrýchlenie, ide práve o prejav rýchlostno – silových schopností, pričom maximálna hodnota odporu je vymedzená nutnosťou prekonať tento odpor so zrýchlením (Stone et al., 2007; Zatsiorsky & Kraemer, 2007). Preto pri prejave rýchlostno – silových schopností nedosahuje sila, ani rýchlosť, svoju maximálnu hodnotu. V činnostiach, kde sa vyskytujú veľmi rýchle pohyby pri malom odpore je vysoká úroveň počiatkovej fázy gradientu nárastu sily nevyhnutná pre optimálny výkon (Schmidtbleicher, 1992). Preto je dôležité porovnávať čas pre dosiahnutie maximálneho gradientu sily v tréningu, s časom potrebným pre kľúčovú fázu v činnosti v športovej disciplíne.

Nakoľko u rýchlostných schopností platí tzv. relatívna nezávislosť je potrebné pre ich stimuláciu aplikovať také typy cvičení, ktoré pôsobia nielen na vhodný základ (všeobecné cvičenia), ale majú vysoký transfer do konkrétnej pohybovej úlohy realizovanej v súťažných podmienkach (špecifické cvičenia). Princíp špecifčnosti je jeden z najčastejšie sledovanou oblasťou v športe (Baker & Nance, 1999; Kanehisa & Miyashita, 1983; Kaneko et al., 1983, Stone et al. 2007) a iní).

Pre dosiahnutie vysokej acyklickej rýchlosti je potrebné dosiahnuť vysokú rýchlosť kontrakcie príslušných svalových skupín. Nakoľko acyklická rýchlostná schopnosť sa prejavuje v pohyboch bez odporu, alebo s odporom (voda, vietor, gravitácia, hmotnosť náčinia a pod.), je nevyhnutné posilňovanie svalstva. V športovej praxi sa to rieši najmä pomocou metód založených na nemaximálnom odpore a nemaximálnom počte opakovaní, so snahou o čo najvyššiu rýchlosť realizovanej pohybovej činnosti (Dovalil et al., 2002; Kuzněcov, 1974; Verchošanskij, 1972).

Nevyhnutnou požiadavkou športovej praxe sú dostatočné informácie o veľkosti aplikovaného odporu. Správna voľba (druh) a veľkosť odporu podstatne ovplyvňuje požadovanú rýchlosť cvičenia a preto by sa mali používať prostriedky, pri ktorých sa dosiahla dostatočná rýchlosť pohybu, ktorá však výrazne nenaruší pohybovú štruktúru (pohybový vzorec činnosti).

Sumarizovaním prehľadu poznatkov je tak možné sformulovať otázky, ktoré sú v teórii a praxi športového tréningu k dnešnému dňu nejednoznačné:

- Aké veľké zmeny v úrovni acyklickej rýchlosti nastanú vplyvom aplikácie vonkajšieho doplnkového odporu?
- Aká veľkosť doplnkového odporu je optimálna pre stimuláciu acyklickej rýchlosti pri aplikovaní vonkajšieho doplnkového odporu?
- Aká veľká dávka odporu môže byť použitá aby nedošlo k negatívnym časovo – priestorovým zmenám pohybovej činnosti (techniky)?

- Aké sú možnosti aplikácie tejto metódy v kontexte periodizačných období ročného tréningového cyklu?

Odpovede na tieto otázky sme sa snažili hľadať pomocou empirických metód vo vybraných herných činnostiach jednotlivca v športových hrách. V predloženej dizertačnej práci je to rýchlosť kopu vo futbale.

Práve kopy je spomedzi herných činností jednotlivca v biomechanických štúdiách venovaný najväčší priestor (Lees & Nolan, 1998). Prevažná väčšina výskumov je realizovaná v seniorskej kategórii (Barfield, 2002; Dörge et al., 2002; Kawamoto et al., 2007; Lees & Nolan, 1998; Malý, 2006; Nunome et al., 2002; Nunome et al., 2006 a iní).

Je možné predpokladať vzťah medzi svalovou silou príslušných svalových skupín a rýchlosťou lopty (Narici et al., 1988; Cabri et al., 1988; Lees & Nolan, 1998). Experimentálne typy štúdií, u ktorých bol aplikovaný špecializovaný tréning za účelom zlepšenia rýchlosti streľby u vrcholových hráčov je minimálne množstvo (Manolopoulos et al., 2004, 2006).

## 2 CIELE, HYPOTÉZY A ÚLOHY VÝSKUMU

### 2.1 Ciele výskumu

Hlavným cieľom výskumu bolo zistiť účinok využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu na úroveň rýchlosti kopu priamym priehlavkom u prvoligových hráčov futbalu.

Za ďalšie ciele sme si vytýčili:

- zistiť účinok rozdielnych veľkostí vonkajšieho doplnkového odporu na úroveň rýchlosti kopu,
- zistiť účinok rozdielnych veľkostí vonkajšieho doplnkového odporu na možnú zmenu pohybového vzorca realizovanej pohybovej činnosti.

### 2.2 Hypotézy výskumu

H1: Účinkom intervencie s využitím vonkajšieho doplnkového odporu dôjde k významnému (štatistickému, neštatistickému) nárastu rýchlosti lopty po streľbe priamym priehlavkom.

H2: Použitím odporu o veľkosti 1 % z telesnej hmotnosti hráča nedôjde k zmenám vo vybraných časovo – priestorových charakteristikách reprezentujúcich techniku kopu.

H3: Aplikácia vonkajšieho doplnkového odporu o veľkosti 2 % z telesnej hmotnosti hráča, spôsobí zmenu v časovo – priestorových charakteristikách predstavujúcich techniku kopu.

### 2.3 Úlohy výskumu

1. Na základe poznatkov z dostupnej vedeckej a odbornej literatúry abstrahovať špecifiká, nejasnosti a sporné miesta využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu v športovej praxi.
2. Definovanie požiadaviek na výber vhodných probandov a realizácia výberu.
3. Zostavenie experimentálneho designu, výber a overenie vhodných metód pre získanie požadovaných výskumných údajov.

4. Zostavenie intervenčného programu s cieľom stimulácie rýchlostných schopností pomocou metódy vonkajšieho doplnkového odporu v kontexte špecifických požiadaviek pre hráčov.
5. Získanie pretestových hodnôt v terénnych podmienkach (vstupné meranie).
6. Realizácia intervenčného programu s využitím metódy vonkajšieho doplnkového odporu v mezocykle zimného prípravného obdobia s prechodom do súťažného obdobia.
7. Získanie posttestových hodnôt na konci intervenčného obdobia (výstupné meranie).
8. Triedenie, tabelizácia a spracovanie výskumných údajov.
9. Deskripcia výsledkov výskumu, verifikácia stanovených hypotéz výskumu, interpretácia a diskusia o zistených výsledkoch výskumu.
10. Formulácia záverov a odporúčaní pre športovú prax vyplývajúcich z výsledkov výskumu.
11. Formulácia záverov pre rozvoj vedy, teóriu vedného odboru a odporúčaní pre ďalšiu orientáciu vedeckého výskumu.

### **3 METODIKA VÝSKUMU**

#### **3.1 Charakteristika výskumného súboru**

Výskumný súbor tvorili probandi ( $n = 17$ ) z 2 prvoligových slovenských klubov ( štúdia „A“:  $n_A = 8$ , vek =  $24,0 \pm 4,7$  rokov, telesná výška =  $179,5 \pm 4,1$  cm a telesná hmotnosť =  $70,4 \pm 5,1$  kg resp. štúdia „B“:  $n_B = 9$ , vek =  $24,0 \pm 3,6$  rokov, telesná výška =  $178,0 \pm 3,7$  cm a telesná hmotnosť =  $72,8 \pm 4,9$  kg). Všetci hráči mali profesionálny status hráča. Hráči odohrali v najvyššej domácej resp. zahraničnej súťaži od 3 do 10 sezón. Futbalu sa venovali 10 – 19 rokov. Z hľadiska hráčskych funkcií sme do výskum nezahrnuli brankárov.

#### **3.2 Experimentálny design výskumu a stanovenie výskumnej situácie**

##### **3.2.1 Spôsob výberu probandov**

Pre zhromažďovanie empirických údajov s príslušnou intervenciou bolo nereálne v podmienkach profesionálneho športu zabezpečiť randomizovaný výber zo základného súboru, nakoľko rovnaká možnosť prvku základného výberu dostať sa do náhodného reprezentatívneho výberu bola determinovaná rôznymi objektívnymi a subjektívnymi činiteľmi (negatívny prístup trénera, zabezpečenie rovnakých podmienok pri intervencii, neochota podstúpenia intervencie a pod.). Z uvedeného dôvodu bol v prvej fáze výber družstva ochotného podstúpiť intervenciu realizovaný zámerným výberom. V rámci vybraných futbalových družstiev sme žrebovaním do skupín rozdelili základný súbor na experimentálnu a kontrolnú skupinu s rovnakou početnosťou probandov. Osoby rozlosované do skupín v každom klube tak vytvorili náhodný reprezentatívny výber (samozrejme „reprezentatívny“ len pre pôvodný „základný“ súbor osôb na skupinu experimentálnu a kontrolnú), s cieľom zistiť, či efekt faktoru pôsobiaceho na pokusnú skupinu prevyšuje nad náhodnosťou počiatočného rozlosovania osôb do jednotlivých skupín.

##### **3.2.2 Metodologický design výskumu**

Základnou empirickou metódou pre zachytenie vzťahu efektivity stimulácie acyklickej rýchlosti pri aplikovaní vonkajšieho doplnkového odporu bol jednofaktorový dvojskupinový, dvojhladinový experiment. Hladiny (dávky) experimentálneho faktoru reprezentovali veľkosti

prídavných (segmentových) odporov, ktoré boli individuálne stanovené na základe telesnej hmotnosti hráča. V štúdiu „A“ nadobúdali hladiny faktoru (veľkosť odporu) úroveň 0 % (skupina trénujúca bez prídavného odporu –  $KS_{A0\%}$ ) a 1 % (skupina trénujúca s prídavným odporom –  $ES_{A1\%}$ ). V štúdiu „B“ nadobúdali hladiny faktoru 1 % ( $KS_{B1\%}$ ) a 2 % ( $ES_{B2\%}$ ). Dávky boli stanovené na základe štúdia odbornej literatúry a následného predvýskumu, pri ktorom športovci vykonávali cvičenia s acyklickým charakterom pri rôznych dávkach odporu (Malý, 2004). V druhej štúdiu, boli hladiny dávky aplikované dvakrát zaslepeným spôsobom, keď ani hráči, ani tréner nevedeli o veľkosti aplikovanej dávky. Z hľadiska charakteru dávky je typ nášho experimentu s tzv. fixovanými hladinami faktoru – fixed experiment.

### 3.3 Metódy získavania výskumných údajov

Z ďalších metód sa jednalo o metódy testovania a diagnostiky, pomocou ktorých sme zisťovali vonkajšie prejavy (empirické indikátory) acyklickej rýchlosti (rýchlosť lopty, časopriestorové charakteristiky vybraných segmentov hráča).

#### 3.3.1 Metóda 3D kinematickej analýzy

Pre zber výskumných údajov reprezentovaných vybranými časopriestorovými charakteristikami sme použili 3D kinematickú analýzu (Janura & Zahálka, 2004). Pre snímanie boli použité 3 digitálne videokamery formátu miniDV s ohniskovou vzdialenosťou 30 mm, veľkosťou pixelov 16  $\mu$ m, zobrazovacím poľom 720 x 565 pixelov a frekvenciu snímania 50 polsnímokov za sekundu. Nasnímané videozáznamy boli spracované pomocou *Adobe Premiere Pro 11.5* a následne boli spracované pomocou programu *TEMA Bio 2.3*. Pre výpočet priestorových súradníc bola použitá metóda priamej lineárnej transformácie DLT (*Direct Linear Transformation*) pre 7 koeficientov a 16 kalibrovaných bodov. Pri sledovanej veľkosti snímaného záberu bola chyba rekonštrukcie menšia ako 0,5 %.

Na tele sledovaných probandov boli umiestnené vizuálne rozlíšiteľné značky. Pre umiestnenie značiek boli vybrané palpačne dobre identifikovateľné miesta. Na dolnej končatine to boli špička nohy, členok kopajúcej končatiny, päta oporovej končatiny, hlavička fibuly, veľký trochanter na kopajúcej končatine a bod reprezentujúci rameno.

Mimo bodov na tele osôb sme sledovali taktiež loptu, ktorej polohu sme určovali ako jej stred. Na tele osôb sa jednalo výhradne o povrchové body, aj keď ich interpretácia hovorí o pohybe kĺbov, ktoré reprezentujú.

Pomocou 3D kinematickej analýzy sme sledovali nasledovné parametre:

#### A) parametre indikujúce acyklickú rýchlosť kopu

- maximálnu rýchlosť špičky kopajúcej končatiny počas kopu
- maximálnu rýchlosť členku kopajúcej končatiny počas kopu
- rýchlosť členku bezprostredne po údere
- maximálnu rýchlosť kolena kopajúcej končatiny počas kopu
- rýchlosť kolena v momente úderu (kontaktu)
- rýchlosť boku v momente úderu (kontaktu)
- uhlovú rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
- uhlovú rýchlosť bedrového kĺbu pri kope (extenzia bedrového kĺbu)

#### B) parametre indikujúce vonkajšiu pohybovú štruktúru pohybu (technika kopu)

- veľkosť uhla pri extenzii kolenného kĺbu v momente úderu (kontaktu)
- veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolenného kĺbu vo fáze zášvihu
- veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente úderu (kontaktu)
- dĺžka posledného kroku pred kopom

- maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
- maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

### 3.3.2 Sledovanie rýchlosti lopty

Pre zaznamenanie rýchlosti lopty (hlavná závislá premenná) sme použili radarové zariadenie STALKER ATS, špeciálne vyvinuté pre športové účely. Radar pracuje na báze ultrakrátkych vln 33,4 - 36,0 GHz, s rozsahom merania 2,22 – 133,33 m.s<sup>-1</sup> a s presnosťou 0,03 m.s<sup>-1</sup>. Examinátor stál s radarom za bránou, do ktorej hráči realizovali kop maximálnym úsilím.

## 3.3 Organizácia výskumu

### 3.3.1 Organizácia získavania empirických údajov, kvalita diagnostiky

Výskumné údaje sme zisťovali v prirodzených podmienkach. Acyklickú rýchlosť kopu sme zisťovali pri teste kop priamym priehlavkom maximálnym úsilím s cieľom dosiahnutia maximálnej rýchlosti lopty po údere. Kop bol realizovaný dominantnou končatinou zo značky pokutového kopu do stredu brány (bez brankára) po rozbehu z 2 - 3 krokov. Všetci probandi realizovali celkovo 6 pokusov sériovým spôsobom (6 kôl po 1 strele). Počet pokusov bol stanovený na základe predvýskumu pri zisťovaní kvality diagnostiky použitej diagnostickej procedúry (Malý et al., 2006). Niektoré štúdie uvádzajú za dostatočný počet pokusov už 3 pokusy (Manolopoulos et al., 2004; Markovic et al., 2006).

Pred meraním boli hráči štandardne rozcvičení (všeobecne i špecificky) v objeme 20 - 25 minút. Kop bol realizovaný so štandardnou súťažnou loptou veľkosti č.5, s certifikátom FIFA. Z hľadiska kvality diagnostiky sme pred našim výskumom realizovali pilotnú štúdiu zameranú na zisťovanie vybraných parametrov kvality použitej diagnostickej metódy. Úroveň reliability testu rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom, zistenú pomocou radaru sme zisťovali metódou delenia - split half. Koeficient reliability predstavoval  $r = 0,93$  pri  $n = 38$  (Malý, 2004). Markovic et al. (2006) uvádzajú na základe merania troch pokusov s cieľom dosiahnutia maximálnej rýchlosti kopu u univerzitných študentov telesnej výchovy ( $n = 77$ ) pomocou rovnakého zariadenia koeficient variability  $CV = 2,8 \%$  a vysokú hodnotu vnútroskupinovej korelácie  $ICC = 0,96$ . Sporis et al. (2007) uvádzajú pre seniorských hráčov koeficient reliability pomocou radaru STALKER ATS (metódou opakovania)  $r = 0,96$ .

## 3.4 Charakteristika experimentálneho činiteľa a špecifiká intervenčného programu

V experimentálnom súbore v štúdiu „A“ (ES<sub>A1%</sub>) sme aplikovali počas 7 týždňov prípravného obdobia vonkajší doplnkový odpor (členkové manžety) o veľkosti 1 % z telesnej hmotnosti hráča, čo predstavovalo hmotnosť manžety v rozmedzí od 0,381 – 0,463 kg na jednu končatinu. Hmotnosť manžety bola upravená pomocou digitálnej váhy s presnosťou 0,01 kg. Kontrolná skupina (KS<sub>A0%</sub>) realizovala identický obsah tréningu v rovnakom objeme ako experimentálna skupina, avšak bez doplnkového odporu. Hráči realizovali všeobecné cvičenia rýchlostného charakteru bez lopty (štarty z rôznych polôh, frekvenčnú rýchlosť, štartovú rýchlosť, rýchlosť so zmenou smeru, odrazové cvičenia) a špecifické cvičenia s loptou (streľba na bránu z rôznych herných situácií, prihrávky na rôzne dlhú vzdialenosť, iné herné činnosti jednotlivca, drobné pohybové hry a vlastnú hru). Využitia manžiet bolo aplikované 2 x / týždeň (utorok – štvrtok), pri tréningovej jednotke zameranej na stimuláciu rýchlostných schopností, resp. pri hernom tréningu zameranom na hernú činnosť jednotlivca – streľbu. Celkovo bolo odtrenovaných 416 minút s manžetami, čo predstavovalo 7,84 %

z celkového zaťaženia 5309 minút (53 tréningových jednotiek). Štruktúra zaťaženia bola rovnaká u oboch skupín ( $ES_{A1\%}$ ,  $KS_{A0\%}$ ).

Pri druhej štúdií (štúdia B) sme realizovali intervenčný program taktiež 7 týždňov. V tomto prípade sme použili manžety s hmotnosťou 1 % z telesnej hmotnosti hráča pre kontrolnú skupinu ( $ES_{B1\%}$ ) a dvojnásobný odpor – 2 % v experimentálnej skupine hráčov ( $ES_{B2\%}$ ). Hráčom bola aplikovaná veľkosť dávky tzv. dvojito slepým spôsobom, keď ani hráči, ani tréner nevedeli, že použijeme dve hladiny odporu. Veľkosť odporovej manžety sa pohybovala v intervale od 0,377 do 0,449 kg ( $KS_{B1\%}$ ) resp. od 0,707 do 0,890 kg ( $ES_{B2\%}$ ). Hráči realizovali všeobecné cvičenia a špecifické cvičenia rýchlostného charakteru bez lopty a s loptou, podobne ako v prvej štúdií. Celkovo bolo odtrénovaných 339 minút s manžetami, čo predstavovalo 7,12 % z celkového zaťaženia 4760 minút (56 tréningových jednotiek).

### 3.5 Metódy vyhodnocovania výskumných údajov

Z hľadiska štatistického vyhodnocovania sledovaných efektov experimentálnej štúdie sa jednalo o dvojfaktorový, dvojskupinový experiment (2 x 2). Prvým faktorom bola použitá metóda vonkajšieho doplnkového odporu, ktorá bola hlavným experimentálnym činiteľom a druhým faktorom bol faktor času (*pretest vs. posttest*).

Pre zistenie účinnosti aplikovaného intervenčného programu na sledované parametre sme použili analýzy rozptylu s opakovaným meraním (*Repeated Measures ANalysis Of VAriance* – RM ANOVA). Na základe nášho designu sme použili 2 x 2 (hladina faktoru doplnkového odporu x čas) RM ANOVA, pomocou ktorej sme zisťovali rozdiely vnútroskupinových a medziskupinových efektov (závisle premenných) uvedených faktorov (nezávisle premenné), ako aj ich kombinácie. Pre posúdenie zmien úrovne sledovaného parametra medzi vstupným a výstupným meraním u konkrétnej skupiny sme použili Bonferonniho úpravu pre mnohonásobné porovnanie rozdielov priemerov.

Pre rozhodnutie zamietnutia nulovej hypotézy sme stanovili hladinu štatistickej významnosti  $p < 0,05$ .

Z hľadiska vecnej významnosti sme použili index veľkosti účinku (ES - *Effect Size*). Posúdenie veľkosti účinku použitej intervencie sme posudzovali podľa Thomasa & Nelsona (1999):  $ES > 0,8$  (vysoký),  $ES = 0,5$  (stredný),  $ES < 0,2$  (malý). Ďalej sme vypočítali veľkosť dôležitosti prírastku po ukončení intervencie (MOI – *Magnitude Of Increase*).

Z praktického hľadiska sme považovali za vecne významný rozdiel rýchlosti lopty vyšší ako je dvojnásobná hodnota strednej diagnostickej chyby testu ( $S_{\delta}$ ), čo predstavuje  $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Štatistické charakteristiky sme spracovali pomocou štatistického softwaru SPSS 15.0.

## 4 VÝSLEDKY VÝSKUMU

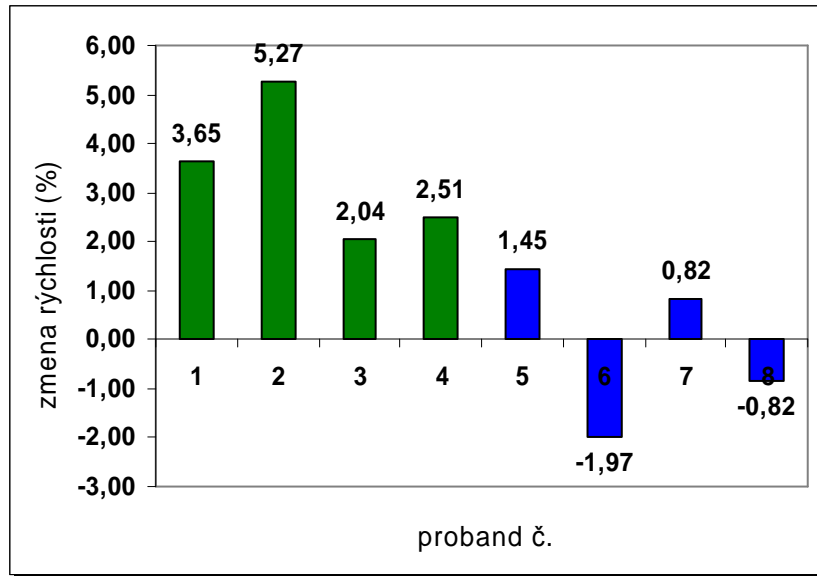
### 4.1 Výsledky „A“ štúdie

#### 4.1.1 Zmeny rýchlosti lopty účinkom intervencie

Priemerná rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom celého súboru ( $n = 8$ ) pri vstupnom meraní predstavovala  $31,81 \pm 1,22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

U všetkých probandov skupiny trénujúcej s prídavným odporom ( $ES_{A1\%}$ ) došlo k zvýšeniu rýchlosti lopty po intervenčnom období (Obrázok 1). Najnižší prírastok predstavoval 2,04 % a najvyšší prírastok 5,27 %. U hráčov, ktorí netrénovali s doplnkovým odporom ( $KS_{A0\%}$ ), došlo v dvoch prípadoch k zníženiu rýchlosti streľby a v dvoch prípadoch k jej zvýšeniu. Hraničné hodnoty predstavovali zníženie o 1,97 %, resp. zvýšenie o 0,82 %. Najprudšiu strelu pri vstupnom meraní sme zistili  $33,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a vo výstupnom meraní  $34,92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

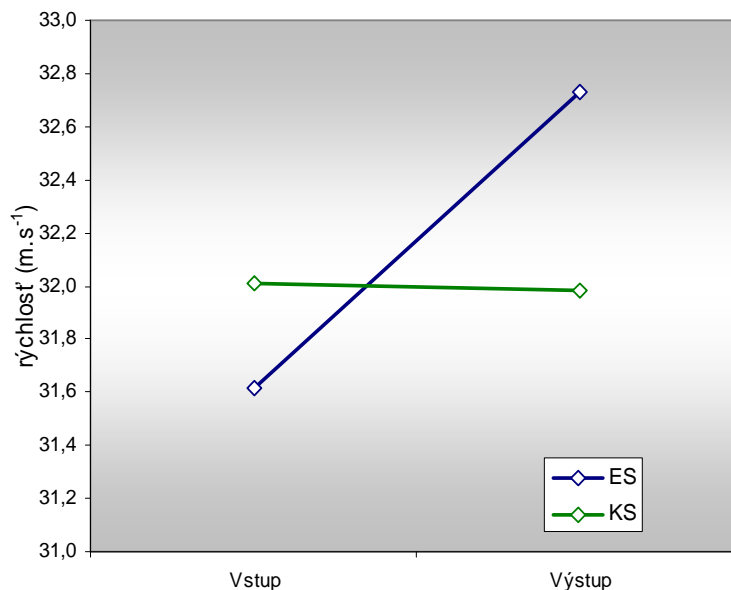




Obrázok 1

Percentuálne vyjadrenie zmien rýchlosti lopty pri vstupnom a výstupnom meraní (■ - experimentálna skupina ( $ES_{A1\%}$ ), ■ - kontrolná skupina ( $KS_{A0\%}$ ))

Rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom sa zvýšila u experimentálnej skupiny ( $ES_{A1\%}$ ) z pretestových hodnôt ( $M_1 = 31,62 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $SE_1 = 0,69 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) na úroveň posttestových ( $M_2 = 32,73 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $SE_2 = 0,88 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),  $F_{(1,6)} = 18,62$ ;  $p < 0,01$  (Tabuľka 1, 2, Obrázok 2). Tento nárast predstavuje 3,39 % ( $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Z hľadiska hodnotenia veľkosti účinku aplikovanej intervencie bol zistený stredne veľký efekt  $ES_{ESA1\%} = 0,63$ . Dôležitosť prírastku účinkom intervencie je  $MOI_{ESA1\%} = 3,51 \%$ . Z praktického hľadiska bol rozdiel sledovaných priemerov vyšší ( $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ako dvojnásobok strednej diagnostickej chyby testu ( $0,90 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Rýchlosť lopty u kontrolnej skupiny ( $KS_{A0\%}$ ) nepreukázala zmeny pretestových hodnôt ( $M_1 = 32,01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $SE_1 = 0,69 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) v porovnaní s posttestovými ( $M_2 = 31,99 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $SE_2 = 0,88 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),  $F_{(1,6)} = 0,01$ ;  $p = 0,926$  (Tabuľka 1, 2).



Obrázok 2

Efekt intervencie na zmenu maximálnej rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom

Z hľadiska vecnej významnosti, rozdiel priemerov vstupných a výstupných hodnôt rýchlosti lopty, nebol preukázaný efekt použitej intervencie, keď  $ES_{KSA0\%} = 0,01$  a dôležitosť prírastku  $MOI_{KSA0\%} = 0,09$  %). Rozdiel rýchlosti lopty u kontrolnej skupiny, bol z hľadiska praktickej významnosti v intervale približnej medznej chyby testu.

Signifikantný štatistický vzťah sme zistili medzi interakciou vzájomných faktorov (čas x dávka odporu)  $F_{(1,6)} = 9,732$ ,  $MSE = 0,133$ ,  $p < 0,05$ ,  $\eta^2 = 0,395$  (tabuľka 3). Hlavný efekt času v rámci sledovaných subjektov bol taktiež signifikantný  $F_{(1,6)} = 8,894$ ,  $MSE = 0,133$ ,  $p < 0,05$ ,  $\eta^2 = 0,361$ .

Tabuľka 1  
Deskriptívna štatistika rýchlosti lopty ( $m.s^{-1}$ ) po kope u výskumných skupín

Skupina	Čas	Priemer	Stredná chyba	95 % konfidenčný interval	
				Spodná hranica	Horná hranica
ES <sub>A1%</sub>	<i>pretest</i>	31,62	0,69	29,92	33,31
	<i>posttest</i>	32,73	0,88	30,58	34,88
KS <sub>A0%</sub>	<i>pretest</i>	32,01	0,69	30,31	33,71
	<i>posttest</i>	31,99	0,88	29,84	34,14

Tabuľka 2  
Porovnanie rozdielov rýchlosti lopty u sledovaných skupín pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnanie marginálnych priemerov

Skupina	F	Sig.
ES <sub>A1%</sub>	18,617	0,005
KS <sub>A0%</sub>	0,009	0,926

Tabuľka 3  
Výsledky vnútroskupinových efektov úrovne rýchlosti lopty

Parameter / Faktor	Typ súčtov		Priemerné štvorce	F	Sig.	$\eta^2$
	štvorcov III	s.v.				
Čas	1,182	1	1,182	8,894	0,025	0,361
Čas * Dávka odporu	1,293	1	1,293	9,732	0,021	0,395
Reziduálny rozptyl (Čas)	0,797	6	0,133			

Hlavný efekt pri medziskupinovom porovnaní nebol signifikantný,  $F_{(1,6)} = 0,025$ ,  $MSE = 2,442$ ,  $p = 0,880$ ,  $\eta^2 = 0,004$ .

Pri hodnotení charakteristík rýchlosti kopu sme zistili u experimentálnej skupiny signifikantné zmeny ( $p < 0,05$ ) v:

- maximálnej lineárnej rýchlosti špičky nohy,
- maximálnej rýchlosti členku kopajúcej nohy,
- uhlovej rýchlosti predkolenia pri extenzii kolenného kĺbu.

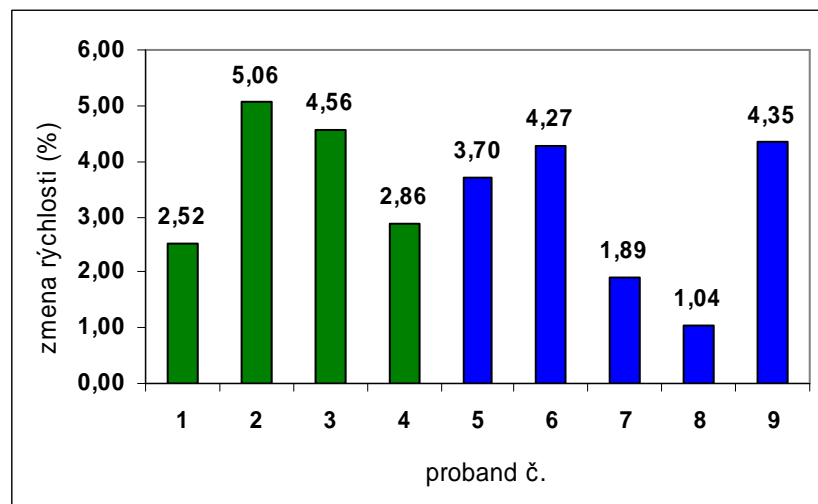
U kontrolnej skupiny sme zistili nárast lineárnej rýchlosti boku pri údere ( $p < 0,05$ ). Ani v jednej skupine sme nezistili zmeny pri hodnotení pohybovej štruktúry kopu ( $p > 0,05$ ).

## 4.2 Výsledky „B“ štúdie

### 4.2.1 Zmeny rýchlosti lopty účinkom intervencie

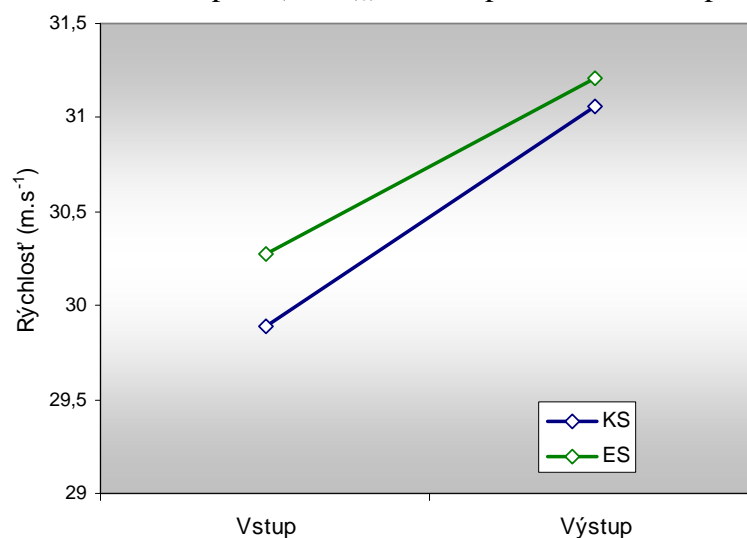
Priemerná rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom celého súboru ( $n = 9$ ) pri vstupnom meraní predstavovala  $30,10 \pm 0,87 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

U všetkých probandov v oboch skupinách ( $KS_{B1\%}$ ,  $ES_{B2\%}$ ) došlo k zvýšeniu rýchlosti lopty po intervenčnom období (Obrázok 3). V skupine trénujúcej s nižším odporom ( $KS_{B1\%}$ ) najnižší prírastok predstavoval 2,52 % a najvyšší prírastok 5,06 %. U hráčov trénujúcich s dvojnásobným odporom ( $KS_{B2\%}$ ) bol najnižší prírastok 1,04 % a najvyšší prírastok 4,27 %. Najprudšiu strelu pri vstupnom meraní sme zistili  $31,95 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , najpomalšia strela bola  $29,89 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Sledovaná rýchlosť lopty u hráčov používajúcich vonkajší odpor o veľkosti 1 % ( $KS_{B1\%}$ ) sa zvýšila z hodnoty pri vstupnom meraní ( $M_1 = 29,89 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $SE_1 = 0,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) na výstupné ( $M_2 = 31,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $SE_2 = 0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (Tabuľka 4, Obrázok 4).



Obrázok 3

Percentuálne vyjadrenie zmien rýchlosti lopty pri vstupnom a výstupnom meraní (■ - kontrolná skupina ( $KS_{B1\%}$ ), ■ - experimentálna skupina ( $ES_{2\%}$ ))



Obrázok 4

Efekt intervencie na zmenu maximálnej rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom

Zvýšenie rýchlosti v tejto skupine bolo štatisticky významné ( $F_{(1,7)} = 28,62$ ,  $p < 0,01$ ) (Tabuľka 5). Rovnako sme zistili signifikantný rozdiel v rýchlosti lopty v skupine používajúcej dvojnásobný odpor ( $ES_{B2\%}$ ), keď  $M_1 = 30,27 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $SE_1 = 0,43 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $M_2 = 31,21 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $SE_2 = 0,38 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $F_{(1,7)} = 23,59$ ,  $p < 0,01$ .

Z hľadiska vecnej významnosti bol v oboch skupinách preukázaný vysoký efekt účinku ( $ES_{KSB1\%} = 1,23$  a  $MOI_{KSB1\%} = 3,91 \%$ , resp.  $ES_{ESB2\%} = 1,15$  a  $MOI_{ESB2\%} = 3,11 \%$ ). V oboch skupinách boli rozdiely priemerov medzi vstupnými a výstupnými hodnotami vyššie ako približná medzná chyba testu, čo reprezentuje vecne významný nárast rýchlosti z hľadiska praktickej významnosti.

Tabuľka 4  
Deskriptívna štatistika parametrov rýchlosti kopu ( $\text{m.s}^{-1}$ ) u výskumných skupín

Skupina	Čas	Priemer	Stredná chyba	95 % konfidenčný interval	
				Spodná hranica	Horná hranica
$KS_{B1\%}$	<i>pretest</i>	29,89	0,48	28,75	31,03
	<i>posttest</i>	31,06	0,43	30,05	32,06
$ES_{B2\%}$	<i>pretest</i>	30,27	0,43	29,25	31,29
	<i>posttest</i>	31,21	0,38	30,31	32,11

Tabuľka 5  
Porovnanie rozdielov rýchlosti lopty u sledovaných skupín pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnanie marginálnych priemerov

Skupina	F	Sig.
$KS_{B1\%}$	28,62	0,001
$ES_{B2\%}$	23,59	0,002

Nevýznamný vzťah sme zistili medzi interakciou vzájomných faktorov (čas\*dávka odporu) v rámci vnútrogrupinových efektov ( $F_{(1,7)} = 0,56$ ;  $MSE = 0,05$ ;  $p = 0,478$ ). Hlavný efekt času v rámci sledovaných efektov bol signifikantný ( $F_{(1,7)} = 52,21$ ;  $MSE = 4,97$ ;  $p < 0,01$ ). Tento faktor vysvetľoval viac ako 87 % celkovej variability ( $\eta^2 = 0,873$ ).

Tabuľka 6  
Výsledky vnútrogrupinových efektov úrovne rýchlosti lopty

Parameter / Faktor	Typ súčtov		Priemerné			
	štvorcov III	s.v.	štvorce	F	Sig.	$\eta^2$
Čas	4,97	1	4,97	52,21	0,000	0,873
Čas*Dávka odporu	0,05	1	0,05	0,56	0,478	0,010
Reziduálny rozptyl (Čas)	0,67	7	0,10			

Z hľadiska zisťovania účinku nezávislej premennej (dávka odporu), nebol zistený signifikantný efekt ( $F_{(1,7)} = 0,21$ ;  $MSE = 0,16$ ;  $p = 0,664$ ). Rovnako veľkosť miery účinku nezávislej premennej vysvetľuje minimálny podiel z celkovej variability ( $\eta^2 = 0,029$ ).

Pri zisťovaní signifikantných zmien v parametroch indikujúcich acyklickú rýchlosť kopu, sme zistili významné zmeny ( $p < 0,05$ ) v nasledovných parametroch:

- a) kontrolná skupina
  - maximálna lineárna rýchlosť špičky
  - rýchlosť členku po údere
  - uhlová rýchlosť predkolenia pri extenzii kolenného kĺbu
- b) experimentálna skupina
  - maximálna rýchlosť členku kopajúcej nohy.

U experimentálnej skupiny sme zistili signifikantné zväčšenie uhlu pri flexii kolena vo fáze zášvihy ( $p < 0,05$ ).

## 5 DISKUSIA

### 5.1 Zmeny rýchlosti lopty pri kope priamym priehlavkom účinkom intervencie

Rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom pri vstupnom meraní probandov oboch štúdií (štúdia „A“:  $31,81 \pm 1,22 \text{ m.s}^{-1}$  resp. štúdia „B“:  $30,10 \pm 0,87 \text{ m.s}^{-1}$ ) bola vyššia v porovnaní s niektorými výsledkami uvádzanými v odbornej literatúre. Asami & Nolte (1983) uvádzajú hodnotu rýchlosti lopty  $29,9 \pm 2,9 \text{ m.s}^{-1}$ , Nunome et al. (2002)  $28,0 \pm 2,1 \text{ m.s}^{-1}$ , Nunome et al. (2006)  $26,3 \pm 3,4 \text{ m.s}^{-1}$ , Apriantono et al. (2006)  $28,4 \pm 1,6 \text{ m.s}^{-1}$ , Dörge et al. (2002)  $24,7 \pm 2,5 \text{ m.s}^{-1}$ , Lees & Nolan (2002)  $26,6 \pm 1,51 \text{ m.s}^{-1}$ . V literatúre sa však objavujú aj vyššie hodnoty rýchlosti lopty. Kollath (1992) uvádza vo svojej štúdií u bundesligového hráča rýchlosť  $36,11 \text{ m.s}^{-1}$  a Luhtanen (1994) publikuje hodnoty rýchlosti lopty počas svetového šampionátu MS 1990 v rozsahu  $32 - 35 \text{ m.s}^{-1}$ . Taktiež Nunome et al. (2006), zistili u 5 elitných hráčov (vek = 16,8 rokov) priemernú rýchlosť  $32,1 \pm 1,7 \text{ m.s}^{-1}$ .

Hodnotenie zmien rýchlosti lopty účinkom aplikácie vonkajšieho doplnkového odporu o veľkosti 1 % z telesnej hmotnosti hráča preukázalo účinnosť intervencie, keď nárast rýchlosti predstavoval v štúdií „A“ 3,39 % ( $1,11 \text{ m.s}^{-1}$ ) a v štúdií „B“ 3,77 % ( $1,17 \text{ m.s}^{-1}$ ). Skupina používajúca veľkosť odporu 2 % ( $ES_{B2\%}$ ) z telesnej hmotnosti hráča zvýšila rýchlosť lopty o 3,01 % ( $0,94 \text{ m.s}^{-1}$ ). Tento nárast bol významný ako zo štatistického ( $p < 0,01$ ), tak z vecného hľadiska ( $ES_{ESA1\%}$  = stredný,  $ES_{KS1\%}$  = vysoký,  $ES_{ESB2\%}$  = vysoký).

Zmeny rýchlosti lopty po streľbe priamym priehlavkom prisudzujeme najmä zlepšeniu nervovosvalovej koordinácii príslušných svalových skupín podieľajúcich sa na kope. Ako uvádzajú Stone et al. (2007) rýchlostno – silový tréning zvyšuje neurálnu adaptáciu výraznejšie a skôr ako iné druhy silových tréningov (ťažko silový, izometrický, zámerne pomalý). Jedným z indikátorov tejto adaptácie je taktiež maximálna rýchlosť realizovaného pohybu.

Výsledky našej štúdie korešpondujú so zistením Manolopoulos et al. (2006), ktorí uvádzajú signifikantný nárast rýchlosti lopty po aplikácii 10 - týždňového silového programu v kombinácii s futbalovo špecifickým tréningom. V staršej štúdií, Manolopoulos et al. (2004) po 8 týždňovom silovom tréningu (3 x / týždeň) u amatérskych hráčov ( $n = 8$ ), zistili signifikantný nárast rýchlosti lopty ( $p < 0,05$ ), keď sa rýchlosť vo výstupnom meraní zvýšila o 5,02 % ( $26,5 \pm 2,1$  vs.  $27,9 \pm 1,8 \text{ m.s}^{-1}$ ). Pri klasickom silovom tréningu boli navyše použité cvičenia s imitáciou kopu (pomocou spodných kladiek).

Porovnateľné zlepšenie výkonu pri kope uvádzajú vo svojej štúdií De Proft et al. (1988), ktorý zaznamenali zlepšenie výkonu o 4 % vyjadreného dĺžkou kopu, pri súčasnom náraste koncentrickej sily extenzorov kolenného kĺbu o 25 %. Dutta & Subramaniam (2002) uvádzajú

zlepšenie výkonu kopu, vyjadreného jeho dĺžkou účinkom 6 - týždňového silového tréningu izokinetického charakteru v kombinácii s herným tréningom u elitných hráčov ( $n = 11$ ) o 10,66 % ( $p < 0,05$ ). Na druhej strane tento typ silového tréningu prekvapujúco spôsobil zníženie maximálnej sily extenzorov kolenného kĺbu o 10,40 %. Zo štúdie však vyplýva, že nebol použitý vonkajší doplnkový odpor v špecifických cvičeniach. Niektoré štúdie však zistili opačné výsledky (Aagaard et al., 1993; Trolle et al., 1993). Taina et al. (1993) uvádzajú vo svojej štúdií signifikantné zlepšenie rýchlosti lopty po aplikácii futbalovo špecifických silových cvičení a tréningu zameranom na rozvoj maximálnej sily, na základe čoho bolo odporúčané používať prezentované formy prípravy. Limity tejto štúdie však spočívajú v absencii kontrolnej skupiny a nízkej frekvencii aplikovaného podnetu (1 x / týždeň).

Istú analógiu môžeme nájsť v metaanalytickej štúdií (Escamilla et al., 2000), ktorí sledovali účinok používania ťažších baseballových lôpt pri tréningu nadhodu. Zo šiestich štúdií preukázalo signifikantný nárast rýchlosti hodu päť pri dĺžke intervencie 6 – 12 týždňov. Zlepšenie sa pohybovalo v intervale 5,3 – 11,6 %. Avšak autori bližšie nerozoberajú príčiny zlepšenia rýchlosti hodu.

## **5.2 Zmeny lineárnych a uhlových rýchlostí vybraných segmentov dolnej končatiny spôsobené účinkom intervencie**

Nárast lineárnej rýchlosti špičky kopajúcej končatiny sa preukázal štatisticky významný u skupín používajúcich nižší vonkajší doplnkový odpor. V prípade štúdie „A“ došlo k nárastu lineárnej rýchlosti o 10,62 % a v štúdií „B“ o 5,56 % ( $ES_{ESA1\%} =$  vysoký,  $ES_{KSB1\%} =$  stredný). Pri používaní dvojnásobného odporu bol nárast rýchlosti o 3,61 % ( $ES_{ESB2\%} =$  vysoký). V kontrolnej skupine (štúdia „A“), kde nebol použitý vonkajší odpor, sme zaznamenali pokles sledovanej rýchlosti o 1,4 % ( $ES_{KSA0\%} =$  malý). Naše zistenia korešpondujú s výsledkami práce Manolopoulos et al. (2006), ktorí zistili signifikantný nárast lineárnej rýchlosti nohy vo finálnej fáze kopu účinkom kombinovaného silového a futbalovo špecifického tréningu počas 10 týždňoch u amatérskych hráčov.

Rýchlosť nohy bezprostredne pred úderom sa považuje za silný determinant počiatocnej rýchlosti lopty (Asami & Nolte, 1983). Podobne Dörge et al. (2002) z výsledkov štúdie usudzujú, že nakoľko maximálna uhlová rýchlosť predkolenia nie je v okamžiku úderu najvyššia, najlepším prediktorom úspešnosti kopu z hľadiska jeho rýchlosti bude ťažisko nohy. V momente úderu nohy do lopty je dôležitým činiteľom jej spevnenie. Sila úderu je tak v konečnom dôsledku ovplyvnená taktiež deformáciou nohy pri plantárnej flexii pri údere.

V našom výskume sme sledovali taktiež lineárnu rýchlosť členka, nakoľko v odbornej literatúre je rozpor v názoroch na sledovanie vybraného bodu nohy.

Nárast lineárnej rýchlosti členka pred úderom bol vyšší v skupinách používajúcich vonkajší doplnkový odpor ( $ES_{A1\%}$ ,  $KS_{B1\%}$  a  $ES_{B2\%}$ ) v porovnaní so skupinou, ktorá ho nepoužívala ( $KS_{A0\%}$ ). Manolopoulos et al. (2006) uvádzajú signifikantný nárast lineárnej rýchlosti členku po absolvovaní kombinovaného silového a futbalovo špecifického tréningu.

Zmeny lineárnej rýchlosti pripisujeme najmä zvýšeniu uhlovej rýchlosti predkolenia pri extenzii kolenného kĺbu počas druhej fázy kopu. Úroveň nami zistených uhlových rýchlostí extenzie kolena pri vstupnom meraní korešpondujú zo štúdiou Lees & Nolan (2002). Sledované skupiny používajúce vonkajší doplnkový odpor zvýšili uhlovú rýchlosť o 16,89 % ( $SK_{A1\%}$ ) 10,71 % ( $SK_{B1\%}$ ) resp. 9,38 % ( $SK_{B2\%}$ ). Naopak hráči trénujúci bez prídavného odporu znížili úroveň uhlovej rýchlosti o 4,60 % ( $SK_{A0\%}$ ). Zmeny rýchlosti si vysvetľujeme možnosťou zlepšenia medzisvalovej koordinácie a efektívnejšieho využitia naťahovaco – skracovacieho cyklu (SSC cyklus). Cieľom SSC je vytvoriť konečnú činnosť (koncentrickú fázu) výbušnejšiu, ako by bola pri vykonaní len koncentrickej činnosti samotnej (Komi,

1992). Taktiež je možné usudzovať o zlepšení tzv. počiatkovej úrovne gradientu nárastu sily v čase IRFD (*Initial Rate Force Development*).

Spomínané skutočnosti mohli spôsobiť taktiež zvýšenie maximálnej lineárnej rýchlosti kolena pred úderom. V skupinách kde bol používaný vonkajší doplnkový odpor došlo k zvýšeniu maximálnej lineárnej rýchlosti kolena o 8,83 % ( $ES_{A1\%}$ ), 11,75 % ( $KS_{B1\%}$ ) resp. 11,70 % ( $ES_{B2\%}$ ). Naopak hráči trénujúci bez prídavného odporu znížili úroveň maximálnej lineárnej rýchlosti kolena o 8,75 % ( $KS_{A0\%}$ ). Aj keď uvedené rozdiely neboli štatisticky významné, z hľadiska vecnej významnosti sú zistené rozdiely účinkom intervencie významné ( $ES_{ESA1\%}$  = vysoký,  $ES_{KSB1\%}$  = stredný,  $ES_{ESB2\%}$  = vysoký,  $ES_{KSA0\%}$  = vysoký). Pri porovnaní s dostupnou literatúrou sú nami zistené rýchlosti vyššie ako uvádza štúdia autorov Lees & Nolan (2002).

Sledovanie lineárnej rýchlosti kolena v momente úderu nepreukázalo signifikantné zmeny ani v jednej zo skupín. Avšak pri vyjadrení v absolútnych hodnotách sme zistili najvyšší účinok na zníženie rýchlosti u skupín používajúcich odpor o veľkosti 1 % z TH hráča ( $ES_{A1\%}$  = 9,63 %, resp.  $KS_{B1\%}$  = 15,38 %). Z hľadiska vecnej významnosti bol účinok intervencie stredne vysoký. Pokles lineárnej rýchlosti kolena pri kope je dôležitým ukazovateľom kvality kopu, nakoľko vyjadruje možný intersegmentálny transfer rýchlosti z proximálnych na distálne časti dolnej končatiny (predkolenie, nohu). Postupné znižovanie lineárnych rýchlostí v proximálnej oblasti (bedrový kĺb, kolenný kĺb) pred kopom zapríčiňujú zvýšenie lineárnej rýchlosti bodov resp. segmentov distálnych častí dolnej končatiny (predkolenie, noha, špička) (Dörge et al., 2002; Lees & Nolan, 1998).

Zaujímavým zistením je pokles uhlovej rýchlosti stehna počas fázy zášvihu (extenzie bedrového kĺbu) u všetkých skupín používajúcich prídavný odpor. Naopak skupina trénujúca bez odporu, zvýšila túto rýchlosť o 20,13 % ( $SK_{A0\%}$ ). Zvýšenie odporu na distálnej časti dolnej končatiny mohlo zapríčiniť zvýšené nároky na silové schopnosti v krajných polohách nohy (fáza zášvihu pri maximálnej flexii kolenného kĺbu), čo si vynútilo pokles rýchlosti v danom momente. Tento podnet hráči nedokázali pozitívne transformovať do pohybovej úlohy, aj keď dĺžkové charakteristiky (vzdialenosť kolena resp. špičky nohy od stredu lopty) sa nezmenili.

Sledovanie lineárnej rýchlosti bedrového kĺbu v momente úderu ako najproximálnejšieho sledovaného bodu v našom výskume preukázalo signifikantný pokles rýchlosti u kontrolnej skupiny ( $KS_{A0\%}$ ), keď došlo k zníženiu rýchlosti o 34,97 %.

### 5.3 Zmeny úrovne uhlových a dĺžkových parametrov pri kope účinkom intervencie

Pozorované hodnoty vybraných uhlových a dĺžkových charakteristík pri kope potvrdzujú, že napriek rôznym intraindividuálnym a interindividuálnym rozdielom nemalo použitie prídavného odporu signifikantný vplyv na zmenu pohybovej štruktúry, až na jeden prípad. V skupine používajúcej odpor rovnajúci sa 2 % z TH hráča ( $ES_{B2\%}$ ) došlo k signifikantnej zmene veľkosti minimálneho uhla pri flexii kolenného kĺbu vo fáze zášvihu. Kým pri vstupnom meraní mali hráči tento uhol 70,24 °, vo výstupnom meraní sa zväčšil o 12,13 % (79,93 °). K zväčšeniu uhla došlo aj v ďalších skupinách (aj keď ku nesignifikantnému) používajúcim prídavný odpor. Naopak kontrolná skupina ( $KS_{A0\%}$ ) znížila tento parameter o 1,26 °. Psotta et al. (2006) uvádzajú, že v prípade použitia záťažových pásov (manžiet) o veľkosti (250 – 1000 g) nad členkami pri behu, sa dolná končatina stáva relatívne ťažšou vo vzťahu k stehennej časti, v dôsledku čoho môže dôjsť k narušeniu skladania predkolenia k stehnu po odraze. Preto odporúčajú použitie záťažových manžiet skôr v oblasti stehna ako v dolnej časti predkolenia. Podobného názoru je aj Jakalski (1998). Avšak v takomto prípade, by pôsobenie odporu mohlo zapájať príslušné svaly v zmenenom pohybovom vzorci. Luhtanen (1994) uvádza, že čím väčšia je hmotnosť dolnej končatiny a vyššia je rýchlosť

chodidla pri údere, tým je vyššia výsledná rýchlosť lopty po údere. Autor však usudzoval na regulárnu hmotnosť končatiny bez prídavného odporu, kde pri zákonoch mechaniky o hybnosti telesa zohráva hmotnosť segmentu významnú úlohu vo vzťahu k výslednej rýchlosti lopty po údere. Z uvedených dôvodov je potrebné sa v budúcich výskumoch zamerať na optimalizovanie veľkosti prídavných odporov (určenie veľkosti dávok experimentálneho faktoru) a topologizáciu odporu na tele hráča (umiestenie odporu). Je možné usudzovať, že aj v našom prípade došlo k zmenám veľkosti minimálneho uhla účinkom použitia vysokého prídavného odporu.

Výsledky účinnosti použitého vonkajšieho doplnkového odporu k stimulácii acyklickej rýchlosti reprezentujúcej kop vo futbale a jej indikátor (rýchlosť lopty) je obtiažne porovnať s inými štúdiami, nakoľko informácie o aplikácii intervencie s využitím vonkajšieho doplnkového odporu v profesionálnom futbale nám nie sú známe. S uvedeným názorom súhlasí aj štúdia Manolopoulos et al. (2006), ktorí realizovali u amatérskych hráčov kombinovaný silový a technický tréning za účelom sledovania zmien vybraných indikátorov účinnosti kopu.

Rovnako vyhodnotenie a porovnanie parametrov indikujúcich zmenu pohybovej štruktúry z hľadiska jej vonkajšieho prejavu nie je možné, nakoľko sme nenašli štúdiu zaoberajúcu sa sledovaním zmien kinematických parametrov pri kope. Na podobný problém upozorňujú Escamilla et al. (2000) v závere metaanalytickej štúdie zaoberajúcej sa sledovaním účinnosti používania ľahšieho resp. ťažšieho náčinia (baseballovej lopty) na zmenu rýchlosti hodu lopty pri jeho štandardnej hmotnosti. Podľa autorov ani v jednej z 11 štúdií autori neuvádzajú kinematické resp. kinetické zmeny účinkom intervencie a výsledky sú len v deskriptívnej rovine zmien rýchlostných ukazovateľov.

## 6 ZÁVERY VÝSKUMU A ODPORÚČANIA PRE ŠPORTOVÚ PRAX

Na základe výsledkov nášho výskumu, konštatujeme:

- tréning s vonkajším doplnkovým odporom v špecifických podmienkach pozitívne ovplyvnil úroveň rýchlosti lopty pri nižšom odpore ( $ES_{A1\%}$ ,  $KS_{B1\%}$ ), aj pri vyššom odpore ( $ES_{B2\%}$ ), čím sa potvrdila hypotéza H1,
- používaním prídavného odporu o veľkosti 1 % z telesnej hmotnosti hráča došlo k signifikantnému nárastu maximálnej lineárnej rýchlosti špičky pri kope ( $ES_{A1\%}$ ,  $KS_{B1\%}$ ),
- došlo k signifikantnému zvýšeniu maximálnej lineárnej rýchlosti členka pred úderom ( $ES_{A1\%}$ ,  $ES_{B2\%}$ ), v momente úderu ( $ES_{A1\%}$ ) a uhlovej rýchlosti predkolenia pri extenzii kolenného kĺbu pred úderom ( $ES_{A1\%}$ ,  $KS_{B1\%}$ ),
- pri používaní nižšieho odporu nedošlo k zmene parametrov indikujúcich vonkajšiu pohybovú štruktúru pohybu (technika kopu), čím sa potvrdila hypotéza H2,
- pri používaní vyššieho odporu došlo k signifikantnému zväčšeniu uhla pri flexii kolenného kĺbu vo fáze zášvihy ( $ES_{B2\%}$ ), čím sa potvrdila hypotéza H3,
- v ďalších parametroch nedošlo ku zmenám parametrov indikujúcich vonkajšiu pohybovú štruktúru pohybu (technika kopu) a je možné usudzovať, že hraničný odpor bude pravdepodobne v intervale medzi 1 % a 2 % z telesnej hmotnosti hráča,

Konkrétne odporúčania aplikácie metódy vonkajšieho doplnkového odporu pre športovú prax (na základe našich skúseností):

- cvičenia s prídavným odporom je potrebné zaradiť na začiatku hlavnej časti tréningovej jednotky po dostatočnom rozcvičení,
- metódu je vhodné použiť ako v prípravnom, tak v súťažnom období,



- v prípravnom období by mala byť metóda vonkajšieho doplnkového odporu zaradená najskôr po 3 – 4 týždňoch od začiatku prípravného obdobia, teda po hrubej tzv. všeobecnej príprave,
- v súťažnom období je jej vhodné využitie 2 x týždenne,
- využitie odporov vo forme manžiet umožňuje hráčovi realizáciu všetkých herných činností jednotlivca,
- používanie vonkajšieho doplnkového odporu môže byť pre hráčov motivujúcim činiteľom pri tréningu,
- hráči uvádzali subjektívne pocity „ľahších“ nôh bezprostredne po odobratí odporu, čo pozitívne ovplyvnilo ich postoj k používaniu prídavného odporu (možný účinok okamžitého efektu – *Accute Effect*),
- je potrebné si „zvyknúť“ na tento lokálny odpor (prvé 2 týždne),
- z ergonomického hľadiska je potrebné hľadať optimálny tvar, veľkosť, materiál a spôsob uchytenia manžety na tele hráča.

## 7 ZÁVERY PRE OBLASŤ ROZŠÍRENIA VEDNÉHO ODBORU A ODPORÚČANIA ORIENTÁCIE ĎALŠIEHO VÝSKUMU

Nazdávame sa, že v budúcnosti by sa mal výskum v oblasti účinnosti metódy vonkajšieho doplnkového odporu orientovať do niekoľkých oblastí:

- potreba optimalizácie veľkosti prídavných odporov a to ako vo vzťahu k ostatným metodotvorným komponentom zaťaženia, tak vo vzťahu k športovej špecializácii,
- stanovenie hraničných odporov pre konkrétnu pohybovú úlohu,
- sledovanie vzťahu medzi veľkosťou použitého odporu a jej dopad na presnosť vykonanej pohybovej úlohy (presnosť kopu),
- sledovanie kombinácie ľahšieho a ťažšieho odporu (metóda variabilného pôsobenia, princíp rýchlostného kontrastu) a ďalších progresívnych prístupov (plyometrická metóda, posilňovanie hlbokého stabilizačného systému, senzomotorická stimulácia a pod.),
- sledovanie využitia ťažšieho súťažného náčinia (nasiaknuté lopty, resp. inak technologicky upravené lopty s vyššou hmotnosťou),
- vymedzenie pomeru medzi dávkovaním opakovaní s prídavným odporom a bez neho, resp. stanovenie objemových ukazovateľov pre danú metódu,
- sledovanie účinnosti použitia v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu,
- sledovanie účinnosti metódy u športovcov nižších vekových kategórií a u žien,
- sledovanie vhodnosti umiestnenia prídavného odporu (topologizácia odporu) na športovcovi resp. jeho náčiní,
- sledovanie účinku používania prídavného odporu z hľadiska dĺžky jeho trvania - okamžitý (*Accute Effect*) napr. po rozcvičení a dlhotrvajúci efekt (*Long Term Effect*) po intervencii.
- sledovanie kinematických parametrov pri vysokej vzorkovacej frekvencii snímkovacieho zariadenia spolu s EMG analýzou a inverznou dynamikou pohybu,
- sledovanie úrovne silových parametrov príslušných svalových skupín (rôzneho druhu, prejavu a charakteru silových schopností) a ich vzťahu k ďalším parametrom realizovaného kopu (kinematickým, dynamickým),
- paralelné sledovanie prejavov účinnosti prídavného odporu s inými pohybovými úlohami (napr. výška výskoku), resp. iných prejavov rýchlostných schopností (akceleračná rýchlosť, frekvenčná rýchlosť, maximálna rýchlosť, rýchlosť zmeny smeru, rýchlosť zastavenia a pod.).

## 8 ZOZNAM LITERATÚRY

- Aaggard, P., Trolle, M., & Simonsen, E., B. (1993). High speed knee extension capacity of soccer players after different kinds of strength training. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp. 92-94). London: E.&F.N.Spon.
- Apriantono, T., Nunome, H., Ikemagi, Y., & Sano, S. (2006). The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *Journal of Sport Sciences*, 24(9), 951-960.
- Asami, T., & Nolte, V. (1983). Analysis of powerful ball kicking. In H. Matsui & K. Kobayashi (Eds.), *Biomechanics VIII-B* (pp. 695-700). Champaign: Human Kinetics.
- Baker, D., & Nance, S. (1999). The relationship between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 230-235.
- Barfield, W., R, Kirkendall, D., T, & Yu, B. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of Sport Science and Medicine*, 1, 72-79.
- Bompa, T., O. (1999). *Theory and methodology of training*. Iowa: Kendall/Hunt publishing.
- Cabri, J., De Proft, E., Dufour, W., & Clarys, J., P. (1988). The relation between muscular strength and kick performance. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. Murphy, J (Eds.), *Science and Football* (pp. 186-193). London: E. & F.N. Spon.
- De Proft, E., Cabri, J., Dufour, W., & Clarys, J., P. (1988). Strength training and kick performance in soccer. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. Murphy, J (Eds.), *Science and Football* (pp. 108-113). London: E. & F.N. Spon.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Dörge, H., C, Bullandersen, T., Sørensen, H., & Simonsen, E., B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sport Sciences*, 20, 293-299.
- Dutta, P., & Subramaniam, S. (2002). Effect of six weeks of isokinetic strength training combined with skill training on soccer kicking performance. In W. Sprinks, T. Reilly & W. Murphy, J (Eds.), *Science and soccer IV* (pp. 334-340). London: Taylor & Francis.
- Escamilla, R., F, Speer, K., P, Fleisig, G., S, Barrentine, S., W, & Andrews, J., R. (2000). Effects of throwing overweight and underweight baseballs on throwing velocity and accuracy. *Sport Medicine*, 29, 259-272.
- Jakalski, K. (1998). The Pros And Cons Of Using Resisted And Assisted Training Methods With High School Sprinters Parachutes, Tubing, And Towing. *Track Coach*, 144, 585-589.
- Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kanehisa, H., & Miyashita, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 52, 104-106.
- Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H., & Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 5(2), 50-55.
- Kawamoto, R., Miyagi, O., Ohashi, J., & Fukashiro, S. (2007). Kinetic comparison of a side-foot soccer kick between experienced and inexperienced players. *Sports Biomechanics*, 6(2), 187-198.
- Kollath, E. (1992). Experimentelle Analysen im Training der Sportart Fußball. In W. Kuhn & W. Schmidt (Eds.), *Analyse und Beobachtung in Training und Wettkampf* (pp. 56-63). Sankt Augustin: Academia.

- Komi, P., V. (1992). Stretch-Shortening Cycle. In P. Komi, V (Ed.), *Strength and Power in Sport* (pp. 169-179). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Kuzněcov, V., V. (1974). *Silový trénink - příprava sportovcu vyšších výkonnostních tříd*. Praha: Olympia.
- Lees, A., & Nolan, L. (1998). The biomachanics of soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, 16, 211-234.
- Lees, A., & Nolan, L. (2002). Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. In W. Spinks, R. Bower, A. Murphy, T. Reilly & R. Smith (Eds.), *Fourth world Congress of Science and Football* (pp. 16-21). Cambridge: Routledge.
- Luhtanen, P. (1994). Biomechanical aspects. In B. Ekblom (Ed.), *Football (Soccer)* (pp. 59-77). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Malý, T. (2004). Zmeny vybraných charakteristik pri plyometrickej svalovej činnosti spôsobené vonkajším doplnkovým zaťažením. In I. Jirásek (Ed.), *Konference plná barev* (pp. 256-263). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci FTK.
- Malý, T., Dovalil, J., & Zahálka, F. (2006). Diagnostic of accyclic speed in chosen play skills in collective play games. *Scientific Review Of Physical Culture Of University Of Rzeszow Poland*, 3(9), 352-356.
- Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., Salonikidis, K., Katartzi, E., & Poluha, S. (2004). Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics in young amateur soccer players during preseason. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 701-710.
- Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., & Kellis, E. (2006). Effect of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(2), 102-110.
- Markovic, G., Dizdar, D., & Jaric, S. (2006). Evaluation of tests of maximal kicking performance. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 46(2), 215-220.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Narici, M., Sirtori, M., & Mognomi, P. (1988). Maximal ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. Murphy, J (Eds.), *Science and football* (pp. 429-433). London: E & F.N. Spon.
- Nunome, H., Asai, T., Ikemagi, Y., & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2028-2036.
- Nunome, H., Lake, M., Georgakis, A., & Stergioulas, L., K. (2006). Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 24(1), 11-22.
- Psotta, R., Bunc, V., Mahrová, A., Netscher, J., & Nováková, H. (2006). *Fotbal. Kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for Power Events. In P. Komi, V (Ed.), *Strength and Power in Sport* (pp. 381-396). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Sporis, G., Vucetic, V., & Jukic, I. (2007). How to evaluate full instep kick in soccer? *Journal of Sport Science and Medicine*, 27, Suppl. 10.
- Stone, M., H, Stone, M., & Sands, W., A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Champaign: Human Kinetics.
- Taina, F., Grehaigne, J., & Cometti, G. (1993). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and soccer II* (pp. 98-103). London: E & F.N. Spon.
- Thomas, J., R, & Nelson, J., K. (1999). *Research methods in psychical activity*. Champaign: Human Kinetics.

- Trolle, M., Aaggard, P., Simonsen, J., Bangsbo, J., & Klaysen, K. (1993). Effects of strength training on kicking performance in soccer. In T. Reilly, J. Cabri & A. Stibbe (Eds.), *Science and soccer II* (pp. 95-98). London: E & F.N. Spon.
- Verchošanskij, J., V. (1972). *Základy speciální silové přípravy ve sportu*. Praha: ÚV ČSTV.
- Zatsiorsky, V., M., & Kraemer, W., J. (2007). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign: Human Kinetics.

## Summary

### Efficiency of the method of external supplementary resistance for stimulation of acyclic speed (on the model of football)

**Problem:** The research deals with possibilities of the use of the method of external supplementary resistance to stimulate acyclic speed in elite sport. Defining of load, type and frequency of the use of supplementary resistance in training practice is not unified and is one of the questions in methodology of sport training. To stimulate acyclic speed it is necessary to exercise particular muscle groups. The load of the used resistance has to satisfy at least two requirements: 1) it has to be heavy enough (over threshold adaptation impulse), 2) it can not be heavy too much because it may cause unwished deviations in the structure of movement pattern. The author experimentally examines the effect of weight bands (type of resistance), on the model of a kick in football in specific conditions, on the speed of a direct kick after an intervention period in professional football players.

**Methods:** A research group consisted of participants ( $n = 17$ ) from two 1<sup>st</sup> league clubs (study „A“:  $n_A = 8$ , age =  $24.0 \pm 4.7$  years, body height =  $179.5 \pm 4.1$  cm and body weight =  $70.4 \pm 5.1$  kg or study „B“:  $n_B = 9$ , age =  $24.0 \pm 3.6$  years, body height =  $178.0 \pm 3.7$  cm and body weight =  $72.8 \pm 4.9$  kg). One-factor two-group two-leveled experiment was used as a basic empirical method. The levels of the experimental factors referred to the size of supplementary resistances which were individually stated according to player's body weight. In study „A“ factor levels acquired 0 % ( $KS_{A0\%}$ ) and 1 % ( $ES_{A1\%}$ ). In study „B“ factor levels gained 1 % ( $KS_{B1\%}$ ) and 2 % ( $ES_{B2\%}$ ). The length of the intervention period was 7 weeks. To measure ball velocity after the kick we used radar device and to register the chosen indicators of acyclic speed, or observable movement pattern, we used the method of 3D kinematic analysis. Changes in effect variables were assessed by means of a repeated measurement (RM) ANOVA 2x2 and by the coefficient of effect size.

**Results:** Study „A“

Ball velocity after the direct kick increased in experimental group ( $ES_{A1\%}$ ) from pre-test values  $M_1 = 31.62 \text{ m.s}^{-1}$  to  $M_2 = 32.73 \text{ m.s}^{-1}$ , ( $p < 0.01$ ). There was a medium effect size  $ES_{ESA1\%} = 0.63$  found. Magnitude of increase effected by the intervention was  $MOI_{ESA1\%} = 3.51 \%$ . Ball velocity in the control group ( $KS_{A0\%}$ ) did not show changes in pre-test values  $M_1 = 32.01 \text{ m.s}^{-1}$  compared with post-test values  $M_2 = 31.99 \text{ m.s}^{-1}$  ( $p = 0.926$ ). However, there was no effect size as well. From other parameters indicating acyclic speed we found out significant difference in maximal speed of a toe and ankle in  $ES_{A1\%}$  as well as angular velocity of a shank during the kick. In  $KS_{A0\%}$  we discovered a significant change in linear speed of a hip joint during the kick. In parameters indicating the movement pattern we did not find significant changes in any of the groups.

Study „B“

The observed ball velocity in the control group ( $KS_{B1\%}$ ) increased from  $M_1 = 29.89 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  to  $M_2 = 31.06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . ( $p < 0.01$ ). Similarly we found out a significant difference in ball velocity in the group which used double resistance ( $ES_{B2\%}$ ), when  $M_1 = 30.27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  and  $M_2 = 31.21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $p < 0.01$ ). In both groups the high effect size ( $ES_{KS_{B1\%}} = 1.23$  and  $MOI_{KS_{B1\%}} = 3.91 \%$ , or  $ES_{ES_{B2\%}} = 1.15$  and  $MOI_{ES_{B2\%}} = 3.11 \%$ ) appeared. In  $KS_{B1\%}$  we discovered significant changes in maximal speed of the toe, ankle and angular velocity of shank during the kick. In  $ES_{B2\%}$  a significant change in maximal speed of ankle was found out. Similarly the change of minimal angle in knee flexion appeared during the back swing phase. In  $KS_{B1\%}$  we did not discovered any changes in indicators of observable movement pattern of the kick.

**Discussion:** Changes in ball velocity after the direct kick are related to improvement in neuromuscular coordination of particular muscle groups working during the kick. Speed-strength training elevates neural adaptation more markedly and sooner than other types of strength trainings (heavy weight, isometric, intentionally slow). One of the indicators of this adaptation is also the maximal velocity of the performed movement. Changes of linear speed are related basically to increase of angular velocity of the shank during the knee extension in the second phase of the kick. From the results it is possible to deduce that the resistance of 2 % of player's body weight may be a limit from the point of view of changes in movement pattern of the kick.

**Conclusion:** The training with external supplementary resistance in specific conditions positively influenced both the level of ball velocity with the lighter resistance ( $ES_{A1\%}$ ,  $KS_{B1\%}$ ), and with the heavier resistance ( $ES_{B2\%}$ ), as well as the chosen indicators of acyclic speed. The observed values of the chosen angle and length characteristics during the kick confirm that, despite various intra-individual and inter-individual differences, the use of lighter supplementary resistance did not have any impact on the change of movement pattern.