

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

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

Dizertačná práca v odbore: Kinantropológia

Spracoval: PaedDr. Tomáš MALÝ

Školiteľ: Doc. PhDr. Josef DOVALIL, CSc.

Praha 2009

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

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

Školiteľ: Doc. PhDr. Josef Dovalil, CSc.

Stupeň odbornej kvalifikácie: philosophiae doctor

Vedný odbor: Kinantropológia

Praha 2009

Prehlásenie

Prehlasujem, že som dizertačnú prácu vypracoval samostatne a použil som materiály, ktoré sú uvedené v referenčnom zozname práce.

V Prahe dňa 16. apríla 2009

.....

PaedDr. Tomáš Malý

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som sa chcel v prvom rade poďakovať svojmu školiteľovi Doc. PhDr. Josefovi Dovalilovi, CSc. za trpezlivé vedenie a cenné pripomienky pri realizácii predloženej dizertačnej práce, ako aj môjho vedenia počas celého postgraduálneho štúdia.

Osobitné poďakovanie chcem vysloviť Prof. PhDr. Petrovi Blahušovi, DrSc. za cenné informácie z oblasti metodológie, ktoré som mohol počas postgraduálneho štúdia nadobudnúť na jeho výučbe a seminároch.

Veľké poďakovanie patrí pracovisku Laboratoři sportovní motoriky na FTVS UK v Prahe a jeho vedúcemu Ing. Františkovi Zahálkovi, Ph.D. za pomoc pri materiálnom, vedomostnom a časovom zabezpečení výskumu.

Ďalšie poďakovanie patrí všetkým kolegom, ktorí v priebehu dizertačnej práce prečítali jej jednotlivé verzie a vyjadrili svoje kritické, ale veľmi konštruktívne pripomienky. Z najaktívnejších z nich spomeniem: Doc. PhDr. Tomáš Perič, Ph.D., Prof. Ing. Václav Bunc, CSc., Ing. František Zahálka, Ph.D., Doc. PhDr. Ladislav Süß, Ph.D., Doc. PhDr. Jaroslav Buchtel, CSc., PhDr. Hana Nováková, PhDr. Mário Buzek, CSc., Mgr. Jiří Baláž, Ph.D., PaedDr. Lucia Malá, Ph.D. a Mgr. Pavel Hráský.

V neposlednom rade ďakujem svojej manželke a rodine, bez podpory ktorých by táto práca nikdy nebola vznikla.

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

Problém: Predložená práca sa zaoberá možnosťami využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu k stimulácii acyklickej rýchlosti vo vrcholovom športe. Vymedzenie veľkosti, druhu a frekvencovanosti použitia doplnkového odporu v tréningovej praxi nie je unifikované a patrí medzi otázky metodológie športového tréningu. Pre stimuláciu acyklickej rýchlosti je nevyhnutné posilnenie príslušných svalových skupín. Veľkosť použitého odporu tak musí spĺňať minimálne dve požiadavky: 1) musí byť dostatočne veľký (nadprahový adaptačný podnet), 2) nesmie byť príliš veľký, aby nespôsobil neželané odchýlky v štruktúre pohybovej činnosti. Na príklade kopu vo futbale autor sleduje experimentálnym spôsobom využitie manžiet (druh odporu) v špecifických podmienkach na rýchlosť kopu priamym priehlavkom po intervenčnom období u profesionálnych hráčov futbalu.

Metódy: Výskumný súbor tvorili probandi ($n = 17$) z 2 prvoligových 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). Základnou empirickou metódou bol jednofaktorový dvojskupinový, dvojhladinový experiment. Hladiny experimentálneho faktoru reprezentovali veľkosti prídavných odporov, ktoré boli individuálne stanovené na základe telesnej hmotnosti hráča. V štúdiu „A“ nadobúdali hladiny faktoru úroveň 0 % ($KS_{A0\%}$) a 1 % ($ES_{A1\%}$). V štúdiu „B“ nadobúdali hladiny faktoru 1 % ($KS_{B1\%}$) a 2 % ($ES_{B2\%}$). Dĺžka intervenčného obdobia bola 7 týždňov. Pre zaznamenanie rýchlosti lopty po streľbe sme použili radarový prístroj a pre zachytenie vybraných indikátorov acyklickej rýchlosti resp. vonkajšej pohybovej štruktúry sme použili metódu 3D kinematickej analýzy. Zmeny efektových premenných sme posudzovali pomocou opakovanej (RM) ANOVA 2x2 a koeficientom vecnej významnosti.

Výsledky: Štúdia „A“

Rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom sa zvýšila u experimentálnej skupiny ($ES_{A1\%}$) z pretestových hodnôt $M_1 = 31,62 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na úroveň $M_2 = 32,73 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, ($p < 0,01$). Bol zistený stredne veľký efekt účinku $ES_{ESA1\%} = 0,63$. Dôležitosť prírastku

účinkom intervencie bola $MOI_{ESA1\%} = 3,51 \%$. Rýchlosť lopty u kontrolnej skupiny ($KS_{A0\%}$) nepreukázala zmeny pretestových hodnôt $M_1 = 32,01 \text{ m.s}^{-1}$, v porovnaní s posttestovými $M_2 = 31,99 \text{ m.s}^{-1}$ ($p = 0,926$). Taktiež nebol zistený vecne významný rozdiel. Z ďalších parametrov indikujúcich acyklickú rýchlosť sme u $ES_{A1\%}$ zistili významný rozdiel v maximálnej rýchlosti špičky a členku, ako aj uhlovej rýchlosti predkolenia pri kope. U $KS_{A0\%}$ sme zistili signifikantnú zmenu rýchlosti boku pri údere. V parametroch indikujúcich vonkajšiu štruktúru pohybu sme nezistili signifikantné zmeny ani v jednej zo skupín.

Štúdia „B“

Sledovaná rýchlosť lopty u kontrolnej skupiny ($KS_{B1\%}$) sa zvýšila z hodnoty $M_1 = 29,89 \text{ m.s}^{-1}$ na $M_2 = 31,06 \text{ m.s}^{-1}$ ($p < 0,01$). Rovnako sme zistili signifikantný rozdiel v rýchlosti lopty v skupine používajúcej dvojnásobný odpor ($ES_{B2\%}$), keď $M_1 = 30,27 \text{ m.s}^{-1}$ a $M_2 = 31,21 \text{ m.s}^{-1}$ ($p < 0,01$). V oboch skupinách bol preukázaný vysoký efekt účinku ($ES_{KSB1\%} = 1,23$ a $MOI_{KSB1\%} = 3,91 \%$, resp. $ES_{ESB2\%} = 1,15$ a $MOI_{ESB2\%} = 3,11 \%$). V $KS_{B1\%}$ došlo k signifikantným zmenám v maximálnej rýchlosti špičky, členka pri údere a uhlovej rýchlosti predkolenia pri kope. V $ES_{B2\%}$ došlo k signifikantnej zmene v maximálnej rýchlosti členka. Rovnako došlo k zmene veľkosti minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvihy. V $KS_{B1\%}$ sme nezistili žiadne zmeny v indikátoroch vonkajšej pohybovej štruktúry kopu.

Diskusia: Zmeny rýchlosti lopty po streľbe priamym priehlavkom prisudzujeme najmä zlepšeniu nervovosvalovej koordinácii príslušných svalových skupín podieľajúcich sa na kope. 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. Zmeny lineárnej rýchlosti pripisujeme najmä zvýšeniu uhlovej rýchlosti predkolenia pri extenzii kolenného kĺbu počas druhej fázy kopu. Z výsledkov je možné usudzovať, že odpor o veľkosti 2 % z telesnej hmotnosti hráča, môže byť hraničný z hľadiska zmeny pohybovej štruktúry kopu.

Záver: Tréning s vonkajším doplnkovým odporom v špecifických podmienkach pozitívne ovplyvnil úroveň rýchlosti lopty pri nižšom odpore ($ES_{A1\%}$, $KS_{B1\%}$), aj pri vyššom odpore ($ES_{B2\%}$), ako aj v niektorých indikátoroch acyklickej rýchlosti. Pozorované hodnoty vybraných uhlových a dĺžkových charakteristík pri kope potvrdzujú, že napriek rôznym intraindividuálnym a interindividuálnym rozdielom, nemalo použitie nižšieho prídavného odporu vplyv na zmenu pohybovej štruktúry.

Abstract

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 1st league clubs (study „A“: $n_A = 8$, age = 24.0 ± 4.7 years, body height = 179.5 ± 4.1 cm and body weight = 70.4 ± 5.1 kg or study „B“: $n_B = 9$, age = 24.0 ± 3.6 years, body height = 178.0 ± 3.7 cm and body weight = 72.8 ± 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 $M_1 = 31.62 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ to $M_2 = 32.73 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, ($p < 0.01$). 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 $M_1 = 32.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ compared with post-test values $M_2 = 31.99 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($p = 0.926$). 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 neuro-muscular 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.

Obsah

ÚVOD	11
1 TEORETICKÝ ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY	13
1.1 Charakteristika rýchlostných schopností a miesto acyklickej rýchlosti v štruktúre pohybových schopností	13
1.2 Acyklická rýchlosť pohybu	17
1.3 Činitele ovplyvňujúce úroveň a rozvoj rýchlostných schopností	19
1.4 Sila ¹ ako prekursor rýchlostných schopností	23
1.4.1 Princíp svalovej kontrakcie	24
1.4.2 Vzťah veľkosti sily a úrovne rýchlosti	25
1.5 Zmeny v oblasti rýchlostných resp. rýchlostno – silových schopností v kontexte adaptácie organizmu na zaťaženie v špecifických činnostiach	31
1.6 Špecifičnosť cvičenia a jeho transferu do športového výkonu	39
1.7 Špeciálna silová príprava vrcholových športovcov	42
1.8 Stimulácia rýchlostných schopností pomocou metódy vonkajšieho doplňkového odporu	47
1.8.1 Vymedzenie druhu vonkajšieho doplňkového odporu a základných metodotvorných komponentov rýchlostného typu zaťaženia	48
1.8.2 Možnosti využitia vonkajšieho doplňkového odporu v športovej praxi	52
1.9 Strelba vo futbale	59
1.9.1 Rýchlosť strelby ako jeden zo sledovaných parametrov vo výskume futbalu	60
1.9.2 Fázy kopu priamym priehlavkom	64
1.10 Syntéza teoretickej časti a stanovenie výskumného problému	68
2 CIELE, HYPOTÉZY A ÚLOHY VÝSKUMU	70
2.1 Ciele výskumu	70
2.2 Hypotézy výskumu	70
2.3 Úlohy výskumu	71
3 METODIKA VÝSKUMU	72
3.1 Charakteristika výskumného súboru	72
3.2 Experimentálny design výskumu a stanovenie výskumnej situácie	72
3.2.1 Spôsob výberu probandov	72
3.2.2 Metodologický design výskumu	73

3.2.3 Stanovenie výskumnej situácie	75
3.3 Metódy získavania výskumných údajov	76
3.3.1 Metóda 3D kinematickej analýzy	76
3.3.2 Sledovanie rýchlosti lopty	79
3.4 Organizácia získavania empirických údajov, kvalita diagnostiky	80
3.5 Charakteristika experimentálneho činiteľa a špecifiká intervenčného programu	81
3.6 Limity výskumu	82
3.7 Metódy vyhodnocovania výskumných údajov	83
4 VÝSLEDKY VÝSKUMU	85
4.1 Výsledky „A“ štúdie	85
4.1.1 Zmeny rýchlosti lopty účinkom intervencie	85
4.1.2 Zmeny rýchlosti vybraných segmentov pri kope účinkom intervencie	88
4.1.3 Zmeny vybraných uhlových a dĺžkových charakteristík pri kope účinkom intervencie	96
4.2 Výsledky „B“ štúdie	101
4.2.1 Zmeny rýchlosti lopty účinkom intervencie	101
4.2.2 Zmeny rýchlosti vybraných segmentov pri kope účinkom intervencie	103
4.2.3 Zmeny vybraných uhlových a dĺžkových charakteristík pri kope účinkom intervencie	111
5 DISKUSIA	117
5.1 Zmeny rýchlosti lopty pri kope priamym priehlavkom účinkom intervencie	117
5.2 Zmeny lineárnych a uhlových rýchlostí vybraných segmentov dolnej končatiny spôsobené účinkom intervencie	120
5.3 Zmeny úrovne uhlových a dĺžkových parametrov pri kope účinkom intervencie	129
6 ZÁVERY VÝSKUMU A ODPORÚČANIA PRE ŠPORTOVÚ PRAX	134
7 ZÁVERY PRE OBLASŤ ROZŠÍRENIA VEDNÉHO ODBORU A ODPORÚČANIA ORIENTÁCIE ĎALŠIEHO VÝSKUMU	137
9 POUŽITÁ LITERATÚRA	139
ZOZNAM OBRÁZKOV	153
ZOZNAM TABULIEK	156
PRÍLOHY	160

ÚVOD

Úroveň športových výkonov má vo svete vzostupnú tendenciu. Súčasný šport, prepracované tréningové metódy, prostriedky stimulácie pohybových schopností, vedecké a psychologické poradenstvo, výživa a starostlivosť lekárov či stavba športových objektov sa stále viac opierajú o vedecký výskum. Jednou so základných podmienok ďalšieho zvyšovania výkonnosti športovcov je uplatňovanie nových tréningových prostriedkov a ich kombinácii. Tento fakt platí najmä u disciplín, u ktorých je športový výkon výrazne geneticky determinovaný. Týka sa to najmä športov, kde limitujúcim faktorom sú prejavy rýchlostných schopností, ktorých genetická podmienenosť je vysoká (Bompa, 1999a; Dintiman et al., 1998; Dovalil et al., 2002; Kovář, 1998; Moravec et al., 2004).

Rozvoj rýchlostných schopností sa už dávno stal súčasťou športových tréningov nielen v odvetviach s maximálnymi nárokmi na prejav rýchlostných schopností (šprinty v atletike, plávaní a cyklistike, skokanské disciplíny), ale aj v športoch s variabilnými podmienkami, kde rýchlosť nie je primárne kritériom športového výkonu (športové hry – basketbal, futbal, hokej, hádzaná, tenis, box a iné).

Už dávno neplatí, že ak chceme byť dobrými šprintermi, musíme len viac behať, ak chceme byť dobrými futbalistami, treba hrať neustále futbal a podobne. Pre dosiahnutie vysokej, až najvyššej výkonnosti, sa musí intenzívne vykonávať aj podporný a doplňujúci tréning. V takejto súvislosti pomáha rýchlostno - silový tréning nielen pri rozvíjaní samotnej rýchlostnej schopnosti, ale je aj preventívnym činiteľom možného zranenia.

Z hľadiska rozvoja rýchlostno - silových schopností je v tréningovom procese dôležitým elementom odhaľovanie špecifičnosti vnútornej štruktúry pohybu. Osobitosti rôznych športových odvetví (z hľadiska techniky, koordinačnej náročnosti) súvisia s ďalšou kvalitatívnou špecifikáciou rýchlostných prejavov, napr. herná rýchlosť, rýchlosť šermiarskeho ataku, boxerského úderu a podobne. Základným fyziologickým mechanizmom rozvoja špeciálnych prejavov rýchlostno - silových schopností je predovšetkým zdokonaľovanie nutných nervových koordinačných vzťahov – vnútro svalovej a medzisvalovej koordinácie (Kuzněcov, 1974; Stone et al., 2007; Verchošanskij, 1972; Zatsiorsky & Kraemer, 2007).

Všeobecne platné pokyny rýchlostného zaťaženia musia byť aplikované na báze exaktnosti a nie živelnosti, ktorá mnohokrát zaváňa praktikizmom trénerov.

Nazdávame sa, že odhaľovanie efektívnosti stimulácie rýchlostných schopností prostredníctvom cieleného a systematického prístupu pomocou vonkajšieho doplnkového odporu, ktoré by mohlo pozitívne ovplyvniť acyklickú rýchlostnú schopnosť v športových hrách, je zaujímavým atribútom metodológie športového tréningu.

Otázka veľkosti optimálneho odporu pri aplikácii metódy vonkajších odporov, ako aj jej spôsob použitia je aktuálnym problémom športovej praxe. Zaujímavým elementom môže byť aj kombinácia progresívnej plyometrickej metódy s vonkajším doplnkovým zaťažením a rýchlostným kontrastom. Otáznikom v prípade aplikácie doplnkového odporu je taktiež vhodnosť použitia tejto metódy v rámci ročného tréningového cyklu (RTC).

Jedným zo základných prvkov súčasného futbalu je jeho dynamizácia, ktorá sa prejavuje nielen v herných činnostiach jednotlivca (HČJ), herných kombináciách (HK), ale taktiež v hernej súčinnosti kolektívu (rýchlosti tímovej spolupráce). Preto sa oprávnené kladú vysoké požiadavky na úroveň rýchlostných schopností hráča, už od žiackych kategórií. Popri všeobecnom základe kondičných schopností sa čoraz viac vyžaduje nadstavba vo forme stimulácie kondičných schopností špecifickými prostriedkami s optimálnym transferom do pohybového prejavu hráča. So zvyšovaním úrovne hráča po kvalitatívnej a kvantitatívnej stránke v rámci jednotlivých etáp športovej prípravy rastú aj požiadavky na špecializovanú prípravu hráča v kondičnej oblasti. Pre rozvoj rýchlostných schopností hráča to znamená, že je potrebné uplatňovať také formy a prostriedky, ktoré sa približujú nielen vnútornej podmienenosti pohybu, ale taktiež aj jeho vonkajšiemu prejavu. Inými slovami, popri zachovaní metabolických a nervovosvalových vzťahov, pokúsiť sa čo najviac priblížiť kinematickým (časovo – priestorovým) ukazovateľom motorického prejavu hráča. Nie je pochýb, že blízku príbuznosť k rýchlostným prejavom hráča má najmä úroveň silových schopností. Rýchlosť lopty po streľbe vo futbale má vzostupný trend, čoho dôkazom je napríklad vývojová tendencia rýchlosti lopty pri pokutovom kope (Bunc & Psotta, 2003).

1 TEORETICKÝ ROZBOR SKÚMANEJ PROBLEMATIKY

1.1 Charakteristika rýchlostných schopností a miesto acyklickej rýchlosti v štruktúre pohybových schopností

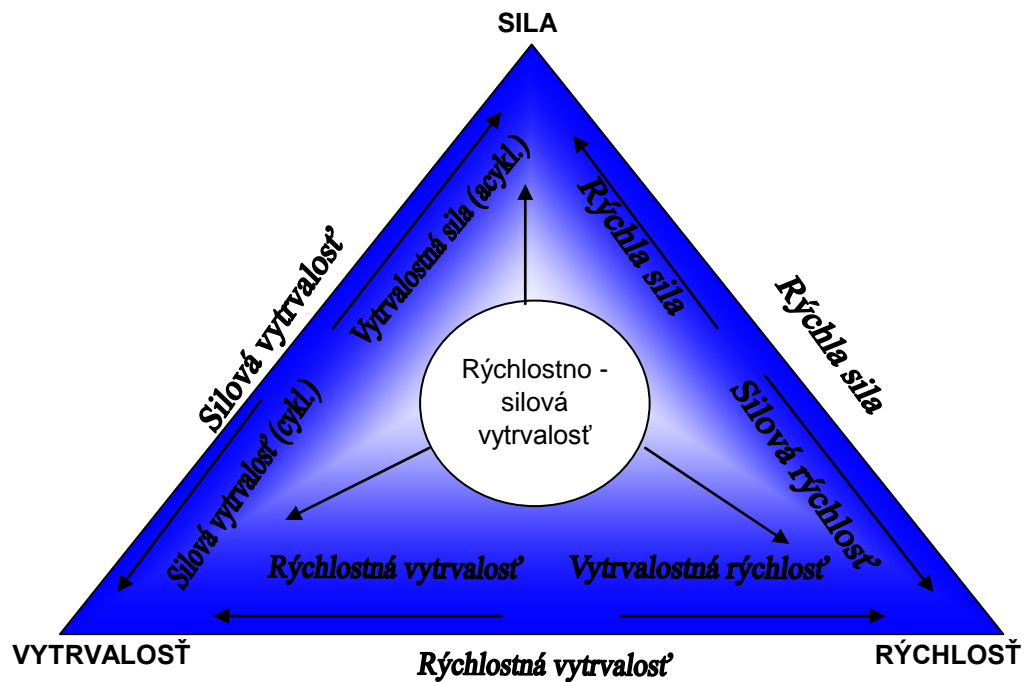
Pokiaľ uvažujeme o rozvoji rýchlostných schopností, musíme rozlišovať termín rýchlosť ako fyzikálnu veličinu a rýchlosť ako pohybovú schopnosť. Vo fyzike veličina rýchlosť vyjadruje veľkosť prekonanej dráhy telesa (bod) za jednotku času. V tomto zmysle sa s ňou stretávame napr. aj v biomechanike, kde každý telesný pohyb resp. pohyb náčinia sa realizuje určitou rýchlosťou, resp. má určitú rýchlosť (rýchlosť otáčok u cyklistu, rýchlosť behu maratónca, rýchlosť úderu boxera a pod.). Toto fyzikálne hľadisko však musíme odlišovať od prípadu, keď rýchlosť vzťahujeme k predpokladu človeka riešiť pohybovú úlohu krátkodobého charakteru pri najvyššej možnej intenzite, v čo najkratšom čase, v kontexte štruktúry rýchlostného zaťaženia športovca. Výsledkom takejto činnosti je pohybový výkon, ktorý je limitovaný vnútornou podmienenosťou a vonkajším prejavom tejto schopnosti v čase a to bez výrazného nástupu únavy. V cieľavedomej, zámernej pohybovej činnosti človeka, je tak možné identifikovať prejavy „sily“, „vytrvalosti“ a „rýchlosti“ a ich pomer voči sebe, ktorý sa líši vzhľadom k pohybovým úlohám. Môžeme usudzovať, že sa jedná o prejavy pohybových schopností človeka, o ktorých vypovedajú určité charakteristiky pohybov (doba trvania pohybu, rýchlosť pohybu, prekonávaný odpor, zložitosť pohybu, presnosť pohybu a iné).

Schopnosť sa tak chápe ako relatívne upevnený, viac či menej generalizovaný individuálny predpoklad výkonu v určitej činnosti. Pohybové schopnosti sa v takomto význame ponímajú ako relatívne samostatné súbory vnútorných predpokladov k pohybovej činnosti, v ktorých sa môžu prejaviť (Dovalil et al., 2002).

Měkota & Novosad (2005) uvádzajú, že motorické schopnosti sú kapacity jednotlivca, prejavujúce sa vo výsledkoch pohybovej činnosti, inak sú skryté, latentné.

Nakoľko sa jedná priamo o nemerateľnú vlastnosť (teoreticko – konceptuálnu premennú), je ju možné identifikovať prostredníctvom empirických indikátorov v ich pohybovom prejave, resp. činnosti. Pre identifikáciu jednotlivých schopností sa vychádza z dominujúcich charakteristík pohybovej činnosti (Obrázok 1). Avšak doterajšie poznatky v oblasti rýchlostných schopností obsahujú značnú komplexnosť tejto problematiky a tým aj problematickejšie ozrejmitel'né ich štruktúralne

usporiadanie. Z tohto dôvodu niektoré pokusy pre usporiadane rýchlostných schopností presahujú ich vnútornú štruktúru (Steinhöfer, 2003).



Obrázok 1

Vzťahy medzi kondičnými schopnosťami (Schnabel et al., 1994)

V odbornej literatúre tak nachádzame rozličné delenie rýchlostných schopností (Belej, 2001; Čelikovký 1976; Dovalil et al., 2002; Měkota, 2000; Steinhöfer, 2003; Zaciorskij, 1971 a iní).

Pri rozdelení rýchlostných schopností sa stotožňujeme so štruktúrnym prístupom pri ich rozdelení podľa Dovalila et al., (2002):

- **rýchlosť reakčná**, spojená so zahájením pohybu (jednoduchá a disjunktívna reakcia),
- **rýchlosť acyklická**, t.j. čo najvyššia rýchlosť jednotlivých pohybov (rýchlosť jednotlivých pohybov – kop, úder, odraz, chmat). Môže sa prejaviť ako odrazová rýchlosť, vrhačská rýchlosť, štartová rýchlosť a podobne,
- **rýchlosť cyklická**, je daná vysokou frekvenciou opakujúcich sa rovnakých pohybov,
- **rýchlosť komplexná**, je daná kombináciou cyklických a acyklických pohybov

vrátane rýchlosti reakcie. Najčastejšie sa vyskytuje ako rýchlosť lokomócie, premiestňovania sa v priestore.

U jednotlivých prejavov rýchlostných schopností existuje tzv. relatívna nezávislosť, ktorá znamená, že vysoká úroveň jedného druhu rýchlostných schopností, nezaručuje vysokú úroveň iného druhu rýchlostnej schopnosti (Holienka, 2004; Little & Williams, 2005; Perič, 2004). To znamená, že športovec, ktorý má vysokú úroveň acyklickej rýchlosti, nemusí mať vysokú úroveň komplexnej rýchlosti.

Steinhöfer (2003) umiestňuje rýchlostnú schopnosť v rámci motorických schopností medzi kondičné a koordinačné schopnosti (zmiešané kondično – koordinačné schopnosti). Následne prezentuje komplexný model rýchlosti (Obrázok 2).

Rýchlostné schopnosti sú výrazne podmienené dedičnosťou, čím si vyžadujú viac vrodeného talentu v porovnaní so silovými a vytrvalostnými schopnosťami, v ktorých športovci môžu dosiahnuť viditeľné zlepšenie po adekvátnom tréningu, bez toho aby boli nadpriemerne trénovaní (Bompa, 1999b).

Rýchlostné schopnosti teda zaradujeme medzi ťažšie rozvíjateľné, s vysokou mierou genetickej podmienenosti. Napriek tomu existujú možnosti ich rozvoja. Dôležité je ale začať s ich ovplyvňovaním v optimálnom, citlivom období (tzv. senzitívne obdobie, Tabuľka 1), t.j. vo veku 10 - 14 rokov (Moravec et al., 2004).

Tabuľka 1

Senzitívne obdobia rozvoja rýchlostných schopností (Belej, 2001)

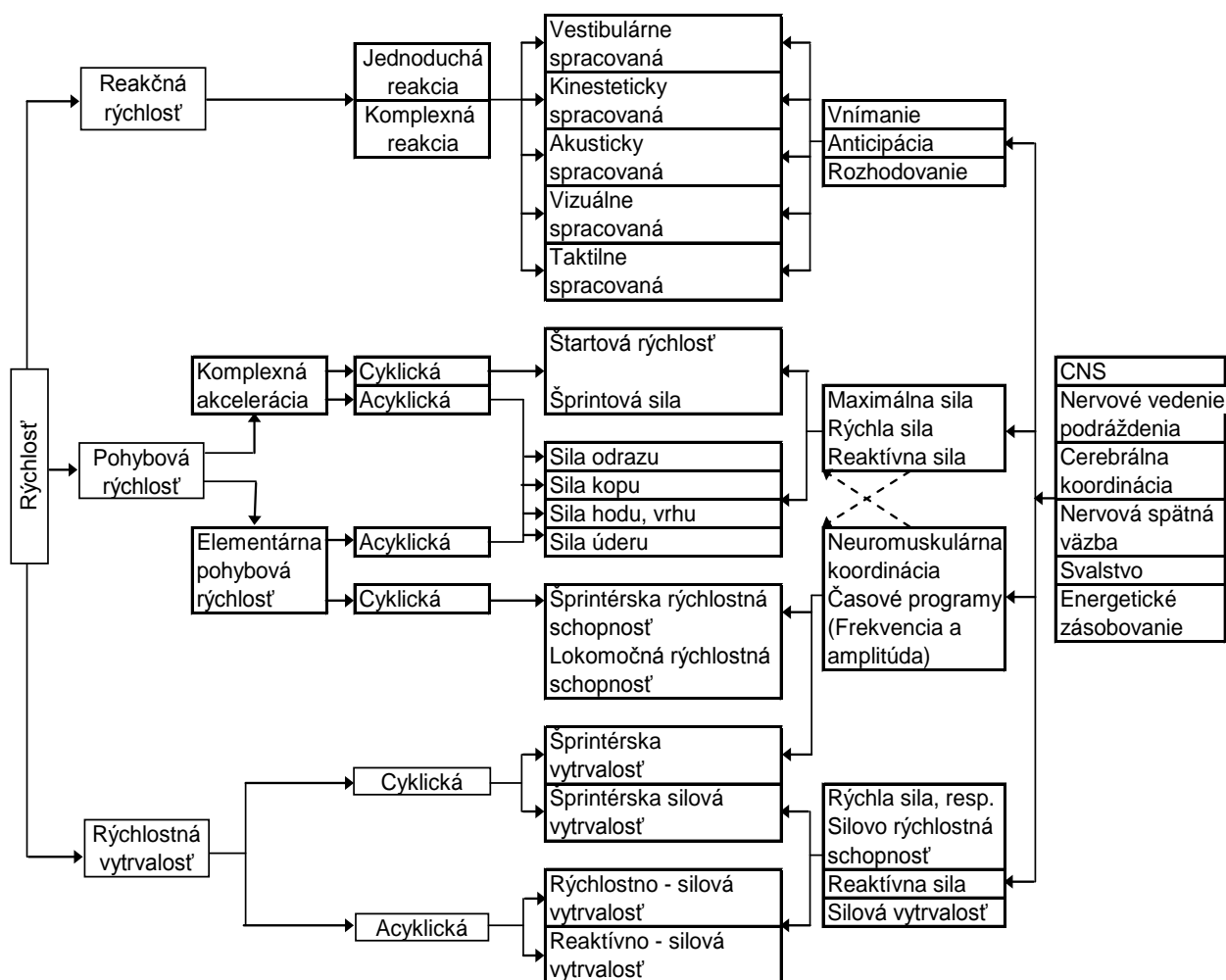
Rýchlostné schopnosti	Vek												
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Rýchl. všeobecná (bežecká)													
Rýchl. jednorazového pohybu													
Rýchlosť frekvencie													
Rýchlosť reakčná													

Avšak po tomto období nám nestačí len udržiavať úroveň rýchlostných schopností, ale v zmysle jednotlivých etáp športovej prípravy a špecializovanosti športovca aplikovať také stimulačné podnety, ktoré navodia ďalší ich progres.

Pohyby realizované maximálnou rýchlosťou sa vo fyziologických základoch líšia od pomalých pohybov. Najpodstatnejší rozdiel je v tom, že pri maximálnych rýchlostiach sú zaťažené senzorické korekcie v priebehu pohybu a reflexný oblúk v

rýchlosti nestačí. S tým je spojené obťažné realizovanie dostatočne presných pohybov pri vysokých rýchlostiach (Süss, 2006; Vele, 2006).

Maximálna rýchlosť, ktorú môže človek dosiahnuť v akomkoľvek pohybe, závisí nielen na stupni rozvoja jeho rýchlosti (ako schopnosti), ale aj na rade iných činiteľov – úrovne dynamickej sily, pohyblivosti, viskoelastických vlastností svalu, zvládnutí techniky a podobne. Preto je športový tréning rýchlosti tesne spojený s rozvojom ostatných telesných schopností (najmä silových) a zdokonaľovaním techniky príslušnej pohybovej činnosti.



Obrázok 2

Komplexný model rýchlosti (Steinhöfer, 2003)

1.2 Acyklická rýchlosť pohybu

Prejav acyklickej rýchlosti v športe pozorujeme pri pohyboch, v ktorých sa pohybová štruktúra pravidelne neopakuje. Môže sa prejavíť na začiatku pohybu (štartový odraz, štartový skok a podobne), resp. v priebehu vykonávania športovej činnosti (kop do lopty, úder v úpolových športoch, hod oštepom). Měkota & Novosad (2005) uvádzajú, že acyklická rýchlosť sa týka jednorazovej realizácie pohybu s maximálnou rýchlosťou proti malému odporu. V odbornej literatúre môžeme nájsť taktiež pojem „rýchlosť jednotlivého, či elementárneho pohybu“, pod ktorým Dovalil (1986) rozumie rýchle pohyby bez vonkajšieho odporu, alebo len s malým odporom. Pohyby, v ktorých sa maximálnym úsilím prekonáva väčší odpor, sú už spojené s prejavom výbušnej sily.

Kasa (1995) popisuje pri pohyboch acyklického charakteru tri fázy:

- **prípravná fáza**: je časťou pohybu, v ktorej sa vykonávajú prípravné pohyby na úspešnú realizáciu hlavnej fázy. Pohyby v tejto fáze môžu mať opačný smer, ako v hlavnej fáze, vtedy hovoríme o náprahu (napr. hod, kop). Ak majú súhlasný smer, hovoríme o rozbehu (skoky), nájazde (lyžovanie), náskoku (gymnastike), rotačnom pohybe (hod diskom),
- **hlavná fáza**: je najvýznamnejšou časťou pohybového celku (napr. odraz, let, úder) a v mnohých športoch tvorí základ športového výkonu,
- **záverečná fáza** je prechodom z maximálnej činnosti do pokoja. Niektoré činnosti kladú veľké nároky na záverečnú fázu, napr. zoskok z náradia.

V individuálnych športoch (atletika, gymnastika, vzpieranie) je prípravná fáza markantná. V kolektívnych športoch (hry, úpoly) sa prípravná fáza z taktických príčin potláča, alebo rôzne nadväzuje na hlavnú fázu, čím vznikajú klamlivé pohyby. Tento fakt sa uplatňuje taktiež pri streľbe vo futbale, keď chceme využiť tzv. „okamžik prekvapenia“ pri streľbe.

Měkota & Novosad (2005) uvádzajú, že existuje úzky vzťah medzi acyklickou rýchlosťou a silovými schopnosťami, predovšetkým v oblasti rýchlej sily. Teoretické a metodické hľadisko rozvoja acyklickej pohybovej rýchlosti sú tak vymedzené radou elementárnych prvkov, ktoré sa podieľajú ako na acyklickej rýchlosti jednoduchého pohybu, tak i na rýchlostne silových pohybových činnostiach.

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, šermiarsky atak, tenisový servis, volejbalový smeč) 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 prekonávať tento odpor so zrýchlením (Stone et al., 2007; Zatsiorsky & Kraemer, 2007). Preto pri prejave rýchlostno – silových schopností nedosahuje sila, ani rýchlosť, svoju maximálnu hodnotu. Schmidtbleicher (1992) charakterizuje výbušnosť ako schopnosť neuromuskulárneho systému produkovať najvyšší možný silový impulz v určitej časovej perióde. Časová perióda tak bude závisieť na veľkosti odporu, proti ktorému športovec vyvíja silu.

Verchošanskij (1988) rozlišuje medzi rýchlou a výbušnou silou. Ako rozlišujúce kritérium uvádza, že u výbušnosti je hlavným cieľom čo najväčšie zrýchlenie. Z tohto pohľadu by sa dala výbušná sila chápať ako súčasť štartovej sily, keď schopnosť rýchleho vyvinutia vonkajšieho úsilia na začiatku kontrakcie, kým rýchla sila je schopnosť zvyšovania rýchlosti pohybu v priebehu vyvíjania sily. Avšak spoločným znakom uvedených rýchlostne silových schopností je schopnosť využiť svalový potenciál vo veľmi krátkom časovom okamžiku.

Pri výbušnej (explozívnej) realizácii pohybu to znamená uskutočniť pohyb s najvyšším zrýchlením, keď prudký nárast sily trvá približne do 0,3 sekundy (Verchošanskij, 1988; Zatsiorsky & Kraemer 2007). Pre prax je však dôležité, že výbušná sila je adekvátnym tréningom relatívne dobre ovplyvniteľná.

1.3 Činitele ovplyvňujúce úroveň a rozvoj rýchlostných schopností

Medzi hlavné činitele podmieňujúce úroveň a rozvoj rýchlostných schopností môžeme zaradiť:

a) morfológická úroveň (svalová štruktúra)

distribúcia typov svalových vlákien: vysoké zastúpenie rýchlych svalových vlákien typu II (FOG, FG). Rýchle svalové vlákna generujú vyšší gradient sily za jednotku času, čím vytvárajú predispozície pre rýchlejšiu pohybovú činnosť (Bosco & Komi, 1979; Chu, 1998; Grasgruber & Cacek, 2008; Maughan et al., 1983). Kým rýchle vlákna potrebujú asi 30 – 80 ms, aby dosiahli ich max. hodnotu napätia, pomalé svalové vlákna vyžadujú asi 90 – 140 ms (Faulkner et al., 1986; Wilmore & Costill, 2004).

Vzťah medzi maximálnou rýchlosťou behu a štruktúrou kostrového svalstva u šprintérov preukázal napr. výskum Mero et al. (1981). Dôležitosť typu svalového vlákna pre vysokú úroveň rýchlostných schopností podporujú aj ich vybrané charakteristiky (Tabuľka 2).

Tabuľka 2

Vybrané charakteristiky typu svalového vlákna (Harris & Dudley, 2000)

Charakteristika	Typ I	Typ IIa	Typ IIb
Rýchlosť kontrakcie	pomalá	rýchla	rýchla
Produkcia sily	nízka	stredná	vysoká
Výstupný výkon	nízky	vysoký	vysoký
Vytrvalosť	vysoká	stredná / nízka	nízka
Aeróbne enzýmy	vysoký	stredný / nízky	nízky
Anaeróbne enzýmy	nízky	vysoký	vysoký
Unaviteľnosť	nízka	stredná / vysoká	vysoká
Hustota kapilár	vysoká	stredná	nízka
Prierez vlákna	malý	stredný	veľký
Hustota mitochondrií	vysoká	stredná	nízka
ATPázová aktivita	nízka	vysoká	vysoká
Myoglobín	vysoký	nízky	nízky
Farba	červená	biela (ružová)	biela

dĺžka svalových vlákien môže taktiež ovplyvniť úroveň rýchlostných schopností. Rýchlosť kontrakcie svalu sa zvyšuje pri väčšej dĺžke svalových vlákien, pričom dochádza k vyššiemu počtu cyklov priečných mostíkov za časovú jednotku (Wirth & Schmidtbleicher, 2007). Svaly s dlhšími svalovými vláknami (viac sarkomér v sérii) majú nižšiu redukciu v sile a vyššiu rýchlosť kontrakcie (Cissik & Barnes, 2004). Grasgruber & Cacek (2008) uvádzajú, že pre rýchlosť sú výhodnejšie dlhšie svalové vlákna, ktoré oproti krátkym obsahujú vyššie množstvo reťazovito zoradených sarkomér, čo predĺžuje dĺžku svalového svalu a zrýchľuje pohyb.

Abe et al. (2000) uvádzajú väčšiu dĺžku svalových snopcov u šprintérov na 100 m v porovnaní s netrénovanými športovcami. Alegre et al. (2005) zistili signifikantnú koreláciu u študentov telesnej výchovy (n = 10) medzi dĺžkou svalového snopca v *m. vastus lateralis* s dosiahnutou výškou vertikálneho výskoku ($r = 0,82$; $p < 0,01$). Taktiež Kumagi et al. (2000) zistili u šprintérov s lepším časom (n = 22) dlhšie svalové snopce v porovnaní so šprintérmi s horším časom na 100m (n = 15).

fyziológický prierez svalu (CSA - *Cross Sectional Area*). Vysoká úroveň pohybovej činnosti s prejavom výbušnej sily taktiež závisí od fyziologického prierezu svalu. Sval s väčším fyziologickým prierezom produkuje vyššiu silu v porovnaní so svalom s nižším CSA (Harris & Dudley, 2000; Lakomy, 2000; Maughan et al., 1983).

Avšak samotný fyziologický priemer ešte nemusí byť dostatočný. Abe et al. (2000) porovnávali dve skupiny futbalových hráčov (čiernej a bielej rasy), u ktorých zistili, že v šprinte na 40 yardov boli rýchlejší čierni športovci oproti bielym (4,63 vs. 4,90 s). Športovci čiernej pleti mali vyššie svalové zastúpenie v hornej časti stehna. Je preto nejasné čím boli spôsobené rozdiely, tréningom, resp. dedičnosťou. To môže poukázať nielen na veľkosť fyziologického prierezu svalu, ale aj polohu hypertrofovaných svalových vlákien (svalovú topografiu) ovplyvňujúcich rýchlostné schopnosti. Taktiež Kumagi et al. (2000) našli u rýchlejších šprintérov vyššie svalové zastúpenie hornej časti ich stehien (anterior a posterior) v porovnaní s výkonnostne slabšími šprintérmi.

b) funkčná úroveň

Z preštudovanej literatúry vyberáme nasledovné funkčné činitele majúce vplyv na úroveň rýchlostných schopností (Bartůňková, 2006; Dovalil et al., 2002; Kuzněcov, 1974; Verchošanskij, 1972; Wilson, 1993; Wirth & Schmidtbleicher, 2007; Zatsiorsky & Kraemer, 2007):

- vysoký prejav nervovo - svalového systému, čo sa vyznačuje vysokou labilitou dejov excitácie a inhibície v centrálnej nervovej sústave (CNS),
- schopnosť svalového tkaniva realizovať kontrakciu v čo najkratšom čase,
- vysoká rýchlosť vedenia nervových vzruchov,
- rýchlym časovopriestorovým náborom motorických jednotiek,
- vysokým stupňom koordinácie antagonistických svalových skupín,
- schopnosť uvoľniť veľké množstvo energie v krátkej časovej jednotke,
- krátkou chronaxiou, nízkou reobázou, krátkou dobou latencie.

c) biochemická úroveň

Na tejto úrovni sa jedná predovšetkým o schopnosť efektívneho využitia energetického systému v pohybových prejavoch vyžadujúcich si rýchlostný typ zaťaženia (Faulkner et al., 1986).

Nakoľko je rýchlosť krátkotrvajúca, maximálne intenzívna činnosť, z hľadiska energetického krytia je dôležité aktuálne množstvo ATP (adenozítrifosfát) a CP (kreatínfosfát) v tele. Nízka úroveň ATP tak bude limitovať schopnosť kontrakcie svalov športovca. Pri nedostatku CP bude schopnosť resyntézy ATP po kontrakcii taktiež limitovaná. Obsah ATP a CP predstavuje tzv. alaktátový anaeróbny metabolický potenciál kostrového svalu a tým podmieňuje rovnako tzv. alaktátovú anaeróbnú pracovnú kapacitu jedinca. Asi 20 kontrakcií svalu môže byť uskutočnených na účet tohto rezervného zdroja energie vo svalovom tkanive, čím je ale tiež limitovaná najdlhšia možná doba trvania maximálnej intenzity svalovej činnosti, ktorá dosahuje približne 7 s (Melichna, 1990).

Preto na biochemickej úrovni môžeme uvažovať o nasledovných činiteľoch ovplyvňujúcich rýchlostné schopnosti:

- vysoká zásoba makroergných substrátov vo svale (ATP, CP),

- zvýšenou schopnosťou neoxidatívnej resyntézy ATP (myokinázová, Lohmanova reakcia),
- zvýšenou neoxidatívnou alaktátovou i laktátovou kapacitou,
- zvýšenou kapacitou fosforylačných a glykolytických enzýmov.

Čo sa týka kontraktílných vlastností svalových vlákien bol dokázaný spomínaný tesný vzťah medzi enzymatickou aktivitou myozínovej ATP - fázy a rýchlosťou skrátenia sarkoméru. Rýchle motorické jednotky sa nielen rýchlejšie kontrahujú, ale vyvíjajú taktiež vyššie napätie pri kontrakcii svalu (Melichna, 1990).

d) psychická oblasť

V pohybových prejavoch vyžadujúcich si rýchlosť je dôležitá taktiež psychická stránka osobnosti športovca. Zaťaženie rýchlostného typu si vyžaduje vysoký stupeň koncentrácie a motivácie. Dôležitým aspektom je prevládanie stenických / astenických emócií. Na tejto úrovni zohráva úroveň aj typ temperamentu športovca.

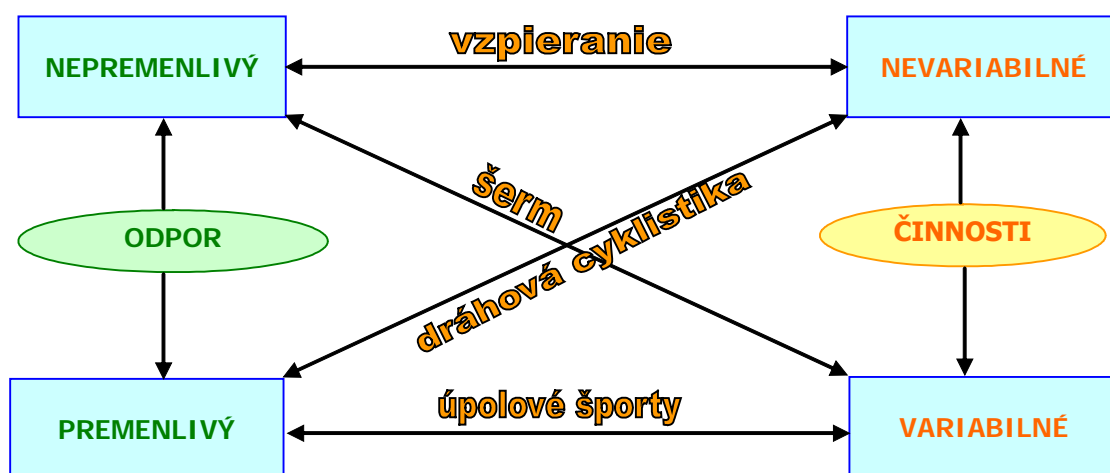
Medzi ďalšie činitele determinujúce úroveň rýchlostných schopností by sme mohli zaradiť únavu, flexibilitu, techniku realizovaného pohybu a iné.

Nakoľko problém acyklickej rýchlosti úzko súvisí s oblasťou výbušnej sily, uvádzame neuromuskulárne faktory podieľajúce sa na jej produkcii (Stone et al., 2007):

- množstvo rekrutovaných motorických jednotiek,
- frekvencia aktivácie (rate coding) motorických jednotiek,
- synchronizácia (balistické pohyby),
- aktivačný vzorec motorických jednotiek (intramuskulárna aktivácia),
- vzorec svalovej činnosti (intermuskulárna aktivácia),
- využitie elastickej energie a reflexov,
- neurálna inhibícia,
- typ motorických jednotiek (typ svalových vlákien),
- biomechanické a antropometrické faktory,
- fyziologický prierez svalového vlákna (CSA).

1.4 Sila¹ ako prekurzor rýchlostných schopností

Dôležitú úlohu pre rôzne športové špecializácie zohrávajú taktiež silové schopnosti, s ktorými sa spája schopnosť prekonávania odporu. Prekonanie odporu vybranej športovej špecializácie si vyžaduje stupeň poznania úrovne danej silovej schopnosti (v rámci ich štruktúry) pri danom prejave a charaktere svalovej činnosti. V niektorých športoch je veľkosť odporu vymedzená pravidlami (napr. hmotnosť náčinia) a odohráva sa v relatívne stabilnej (nepremennivej) pohybovej činnosti (vzpieranie, hod oštepom). V iných je odpor premenlivý (protivietor, osobné súboje v športových hrách, úpolové športy) a pohybová činnosť má variabilný charakter (Obrázok 3).



Obrázok 3

Pokus o schematické vyjadrenie vzťahu medzi variabilitou odporu a variabilitou činnosti

¹ Nutnosť rozlíšenia pojmu sila ako fyzikálna vlastnosť a sila ako pohybová schopnosť. V mechanike sila vyjadruje mieru vzájomného účinku telies, príčinu pohybu. V tomto zmysle sa s týmto pojmom stretávame vo všetkých pohyboch ľudského tela: každý telesný pohyb sa realizuje určitou silou, má určitú rýchlosť, trvá určitý čas. Toto fyzikálne hľadisko však odlišujeme od prípadu, keď uvažujeme o jave fyziologickom, t.j. sile vyvinutej pri určitej kontrakcii (sila = schopnosť svalovej kontrakcie pri nenulovom odpore). Sila tu vystupuje ako zdroj pohybu človeka, chápeme ju ako schopnosť realizovať telesnú činnosť t.j. schopnosť je príčinou premiestnenia tela, resp. jeho častí. V pedagogickom resp. didaktickom ponímaní táto schopnosť predstavuje závažnú kvalitatívnu charakteristiku vôľového riadenia človeka, ktorou rieši konkrétnu pohybovú úlohu. Jedná sa tak o pohybovú schopnosť vyvíjať silu vo fyzikálnom zmysle.

Stále väčší význam (najmä v etape špecializovaného a vrcholového tréningu), nadobúda rozvoj špeciálnej sily, pri ktorom sa zameriavame na rozvoj určitého typu sily a na určité svalové skupiny, uplatňujúce sa primárnym spôsobom v danej športovej špecializácii v kontraste s tzv. všeobecným rozvojom sily, kedy sa rozvíjajú silové schopnosti v celej ich šírke a u všetkých svalových skupín. Tento rozvoj je dôležitý najmä v počiatočnej etape základného tréningu, ale taktiež v úvodnej fáze prípravného obdobia vo vyšších etapách športového tréningu.

1.4.1 Princíp svalovej kontrakcie

Podľa teórie priečných mostíkov (Huxley & Niedergerke, 1954) je kontrakcia svalu následkom zasúvania filamentov aktínu pozdĺž silných filamentov myozínu, smerom do stredu sarkoméry (tzv. kĺzavý pohyb filamentov). Mostíky vyčnievajúce z myozínových filamentov sa cyklicky asynchrónne pripájajú k aktínovým filamentom, Z – línie sa k sebe približujú a sarkoméra sa skrakuje (Valenta et al., 1998). Každý vzniknutý krížový mostík vytvára isté napätie. Preto je veľkosť sily pri kontrakcii priamo úmerná počtu krížových mostíkov.

Veľkosť sily taktiež závisí na počiatočnej dĺžke svalového vlákna, resp. sarkoméry a zaťažením sériovej elastickej zložky (Huijing, 1992). Maximálne izometrické napätie dosiahne sval pri takej dĺžke, pri ktorej je vytvorený najvyšší počet mostíkov. Avšak závislosť medzi silou a dĺžkou svalu nám neposkytujú žiadne informácie o rýchlosti kontrakcie.

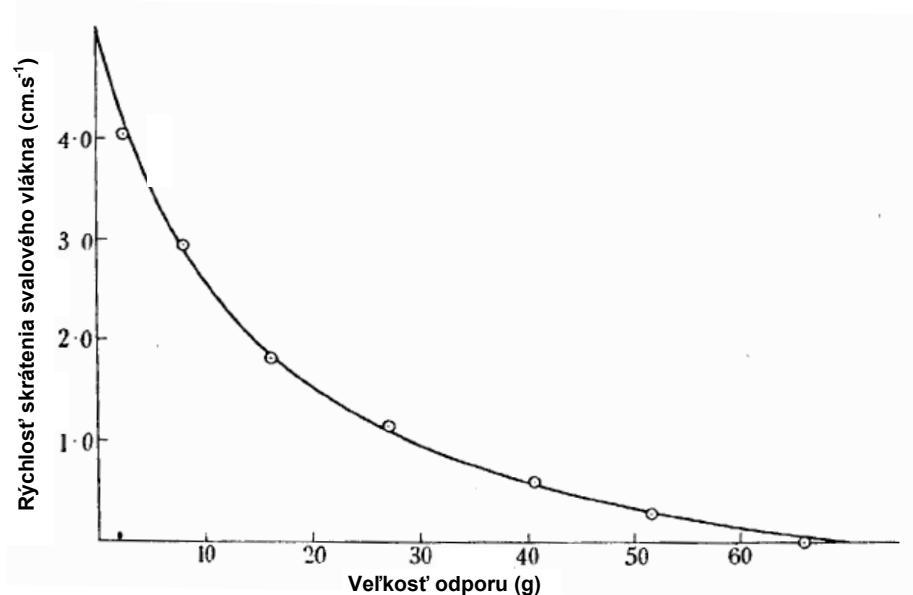
Ukazuje sa, že rýchlosť izotonického skrakovania pri zvýšenom zaťažení svalu klesá. Prekonanie ťažšieho bremena v danom čase si nutne vyžaduje väčší počet zapojených priečných mostíkov. Tento stav si vyžaduje viac času, ako zapojenie menšieho počtu priečných mostíkov, pričom tvorba aktín - myozinového komplexu je závislá na náhodných interakciách. Rýchlosť kontrakcie je tak pomalšia (Valenta et al., 1998).

Pre pochopenie tejto problematiky je nutné sa oboznámiť so základným modelom princípu činnosti svalov – Hillov model (podrobnejšie kap. 1.4.2) a Huxleyov model, Hennemanov princíp postupného zapájania sa typov svalových vlákien, ktoré z dôvodu obsiahlosti práce nebudeme podrobnejšie rozpisovať.

1.4.2 Vzťah veľkosti sily a úrovne rýchlosti

Z hľadiska posudzovania rýchlostno - silových schopností ako predpokladu pre športový výkon sú pre našu problematiku zaujímavé najmä hodnoty vo vyšších rep. súťažných rýchlostiach v danej disciplíne. Všeobecne platí, že pri koncentrickej kontrakcii sa so zvyšovaním rýchlosti pohybu znižuje sila, ktorú je sval schopný vyvinúť. Tento vzťah medzi silou a rýchlosťou kontrakcie je známy ako Hillova krivka (Obrázok 4). Podľa Huijing (1992) silovo – rýchlostná krivka závisí najmä od dvoch hlavných činiteľov:

- izometrickej sily
- maximálnej rýchlosti kontrakcie svalu.

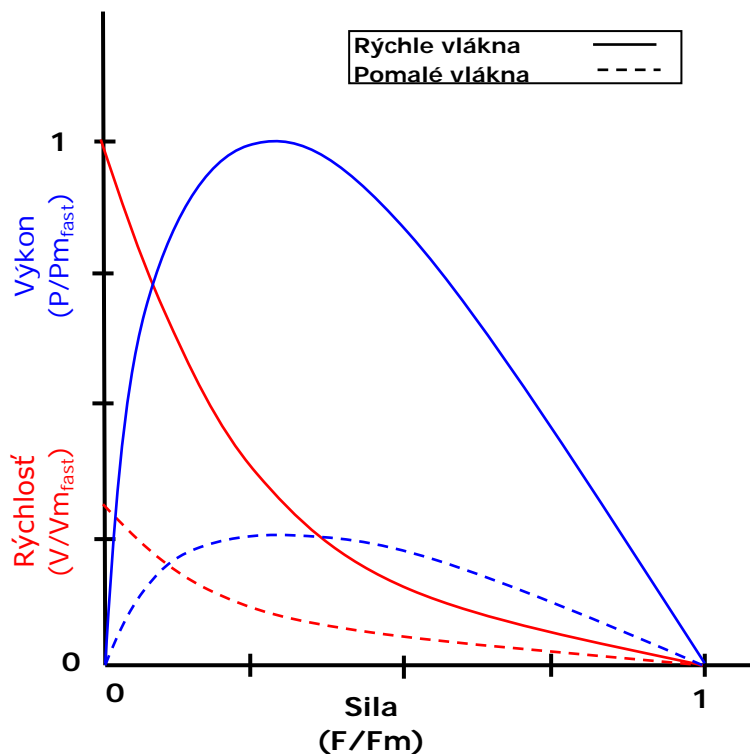


Obrázok 4

Vzťah medzi veľkosťou odporu a rýchlosťou kontrakcie svalového vlákna koncentrickej kontrakcii (Hill, 1938)

Pri maximálnej činnosti statického charakteru (izometrickej kontrakcii) je veľkosť sily nezávislá na type svalového vlákna, ale vzťahuje sa na prierez svalového vlákna. Avšak pri odlišných typoch svalových vlákien nachádzame zreteľné rozdiely pri rýchlosti ich kontrakcie a stupni vyvinutej sily v čase. Pomalé vlákna (typ I, SO) majú menší priemer svalového vlákna v porovnaní s rýchlym typom svalových vlákien (typ II, FOG, FG). Vysoký podiel pomalých vlákien (typu I) korešponduje s celkovo menším svalovým priemerom svalu (Billeter & Hoppeler, 1992). Schopnosť

svalových vlákien vytvárať silu vo vysokých rýchlostiach pri skracovaní svalového vlákna je vzťahnutá na rýchlosti cyklu zapájania krížových mostíkov (cross bridges). Priebeh rýchlostno - silovej krivky je odlišný pre pomalé a rýchle vlákna (Obrázok 5). Pomalé vlákna strácajú rýchlejšie úroveň sily so zvýšením rýchlosti kontrakcie (Ástrand et al., 2003).



Poznámka: sila je normalizovaná maximálnou izometrickou silou (F_m), rýchlosť je normalizovaná maximálnou rýchlosťou kontrakcie rýchlych svalových vlákien (V_m), Výkon je normalizovaný ako maximálny výkon rýchlych svalových vlákien (P_m).

Obrázok 5

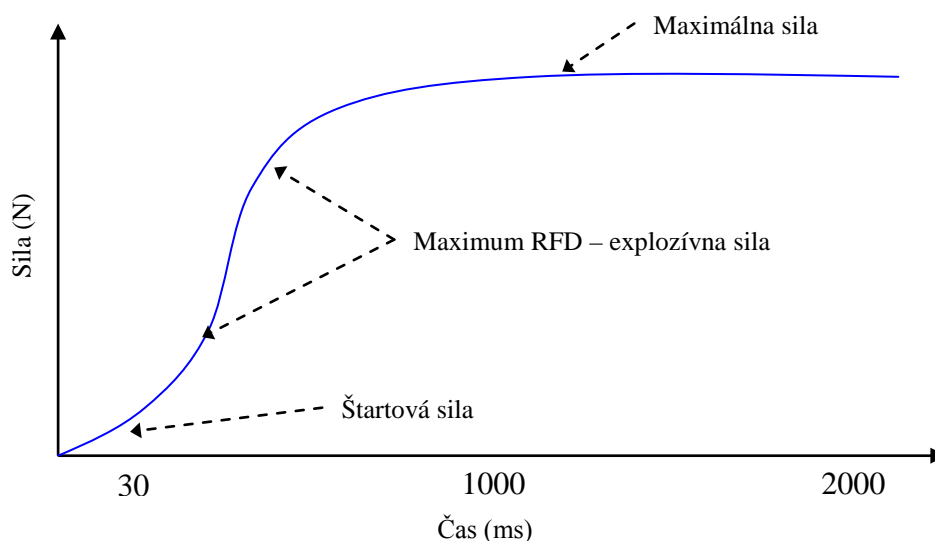
Rýchlosť kontrakcie a výkon ako funkcia sily pri pomalom a rýchlom svalom vlákne (Faulkner et al., 1986)

Z hľadiska rýchlostno – silových disciplín sú dôležité najmä sila a výkon svalu, ktoré je schopný jedinec dosiahnuť pri vysokých rýchlostiach svalovej kontrakcie, t.j. v podmienkach, ktoré sa blížia uplatňovaniu silových schopností pri konkrétnej športovej disciplíne (napr. kop do lopty, hod s loptou, vrh guľou, odraz, úder a pod.). Aj pri iných športoch sa vyžaduje vysoký stupeň sily (napr. veslovanie). Pri pohybovej činnosti klesá sila s časom, nakoľko je úroveň maximálnej sily

v cyklických činnostiach limitovaná frekvenciou opakovania kontrakcií (Sozański & Witzcak, 1981).

Pre hlbšie pochopenie našej problematiky je nutné porozumenie vzťahu medzi produkovanou svalovou silou a rýchlosťou kontrakcie ako základom mechaniky pohybu v tzv. silovom gradiente. Tento gradient je vyjadrený nárastom sily za jednotku času a v zahraničnej literatúre sa označuje termínom *Rate Force Development* (RFD) (Komi, 1992; Schmiedtbleicher, 1992; Stone et al., 2007).

V mnohých športoch je práve tento gradient dôležitejší ako samotná úroveň maximálnej sily, nakoľko je potrebné pri nemaximálnom odpore vyvinúť za čo najkratší čas čo najvyšší stupeň rýchlosti a sily. V metodológii športového tréningu takémuto prejavu pohybovej činnosti zodpovedá termín výbušná (explozívna) sila. Pri výbušnej sile sa jedná o dosiahnutie maximálnej akcelerácie telesa z relatívne pokojových hodnôt (napr. atletický štart z bloku, hod oštepom, vrh guľou), resp. po predchádzajúcej činnosti, ktorá sa vyznačuje cyklom natiahnutia a skrátania (SSC, *Stretch – Shortening Cycle*), čo je aj prípad futbalového kopu. Cieľom SSC je vytvoriť konečnú činnosť (koncentrickú fázu) výbušnejšiu ako by bola pri vykonaní len koncentrickej činnosti samotnej (Komi, 1992).



Obrázok 6

Krivka priebehu sily pri izometrickej kontrakcii (Stone et al., 2007)

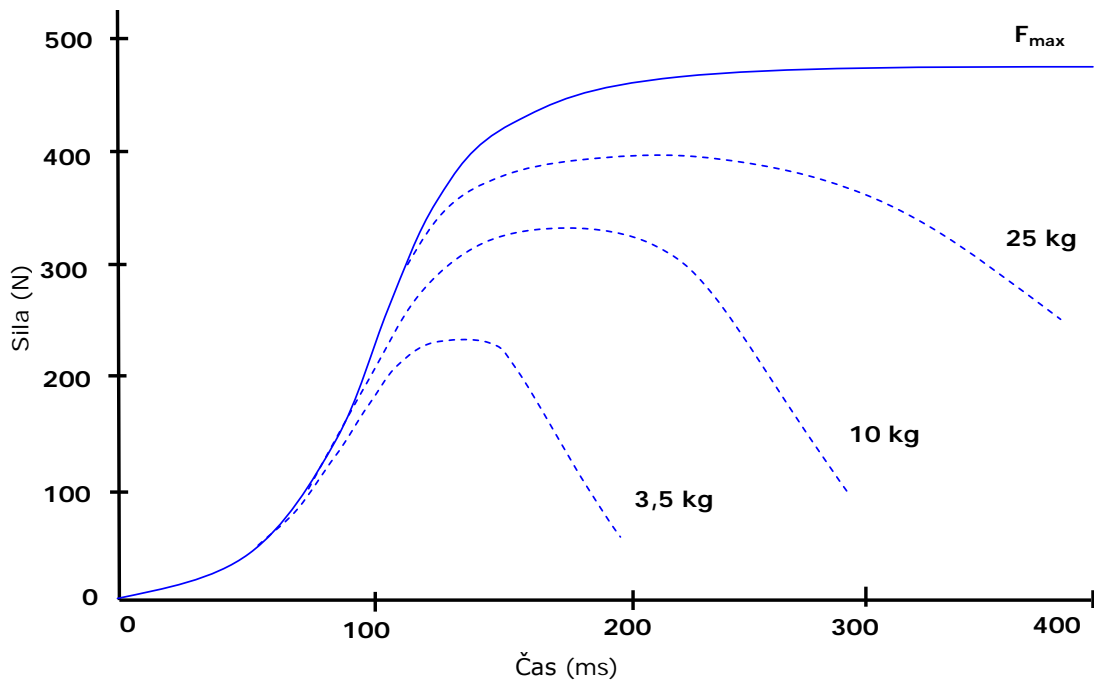
Schmiedtbleicher (1992) rozlišuje dva typy cyklu: dlhý a krátky. Dlhý SSC je typický pre pohyby s veľkým uhlovým premiestnením v bedrovom, kolennom

a členkovom kĺbe a doba je vyššia ako 250 ms (výskok pri hode v basketbale, bloky vo volejbale). Krátky SSC poukazuje len na malé uhlové zmeny v kĺboch a čas trvania je 100 – 250 ms (doba kontaktu opory pri šprinte, skok do výšky, skok do diaľky).

Vyvinutá sila v prvých 30 ms sa nazýva „štartová sila“ (Obrázok 6) a súvisí s počiatočnou fázou gradientu nárastu sily – RFD (IRFD – *Initial Rate Force Development*) (Schmidtbleicher, 1992; Wirth & Schmidtbleicher, 2007). Maximálna úroveň gradientu nárastu sily PRFD (*Peak Rate Force Development*) sa nazýva “explozívna sila” (Schmidtbleicher, 1992; Stone, 1993). So štartovou silou je pritom popísaná schopnosť produkovať vysoký nástup sily v počiatočnom momente kontrakcie (Verchošanskij, 1972), počas explozívnej sily je popísaný najväčší nárast sily za časovú jednotku počas silovo – časového priebehu. Maximálna sila (PF – *Peak Force*) je najvyššia hodnota sily, ktorá je vyprodukovaná v konkrétnych podmienkach merania. Veľkosť maximálnej sily súvisí s veľkosťou a produkciou explozívnej sily (Steinhöffer, 2003; Stone et al., 2007; Wirth & Schmidtbleicher, 2007; Zatsiorsky & Kraemer, 2007).

Avšak pri pohyboch s malým odporom, klesá závislosť medzi úrovňou maximálnej sily a rýchlosťou – silovým výkonom (Kaneko et al., 1983; Verchošanskij, 1972; Zatsiorsky & Kraemer, 2007). Povedané inými slovami, čím ťažšie je prekonávané bremeno, tým vyšší je vplyv maximálnej sily. Z tohto dôvodu môže byť realizovaná proti nízkemu odporu len časť z maximálnej sily. Jedným z vysvetlení je, že s rastúcou rýchlosťou koncentrickej činnosti sa znižuje maximálny možný čas kontaktu medzi aktínom a myozínom (Huxleyho model). Časová súčasť kontaktnej fázy na celkovom cykle je tým znížená. Krížové mostíky musia byť krátko po ich spojení opäť uvoľnené, bez toho aby mali dostatok času na produkciu sily, čím klesá podiel spojených mostíkov vo svale a produkovaná sila je nižšia (Wirth & Schmidtbleicher, 2007)

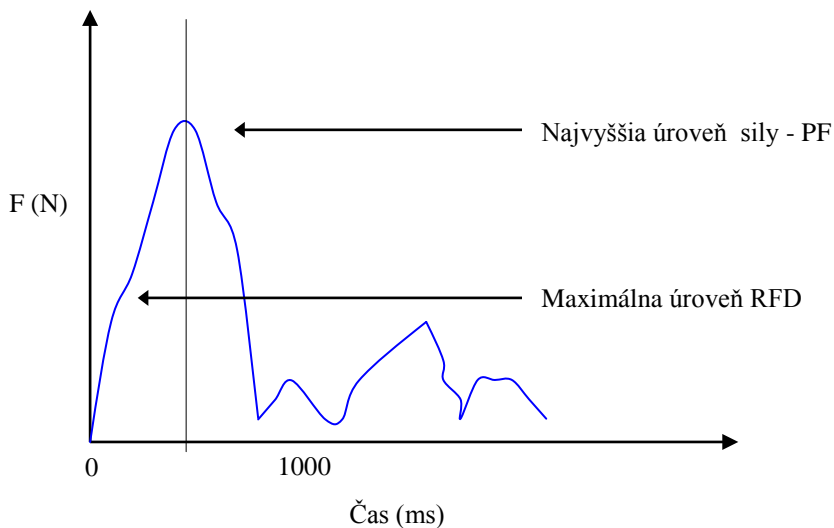
Tieto skutočnosti sú v súlade so štúdiou Schmidtbleicher (1992), ktorý uvádza, že proti bremenu okolo 3,5 kg môže byť využité približne 40 % z maximálnej sily (Obrázok 7).



Obrázok 7

Vzťah medzi veľkosťou odporu a vyvinutou silou v čase (Schmidtbleicher, 1992)

Čoh et al., (1998) pripisujú výkon v šprintérskom štarte medzi inými taktiež impulzu sily a maximálnemu silovému gradientu nohy na prednom bloku. Najvyššiu koreláciu k rýchlosti akcelerácie pri štarte zistili pri maximálnej a relatívnej sile tlaku na bloku, maximálnom silovom gradiente (PRFD) (Obrázok 8), silového impulzu a času potrebného k dosiahnutiu najvyššej sily.



Obrázok 8

Priebeh dynamickej sily v čase pri koncentrickej svalovej činnosti (Stone et al., 2007)

V športoch, kde sa vyskytujú veľmi rýchle pohyby pri malom odpore je vysoká úroveň počiatočnej fázy gradientu nárastu sily (IRFD) nevyhnutná pre optimálny výkon (Schmidtbleicher, 1992). Jedná sa prevažne o pohyby acyklického charakteru (hod oštepom, úder v boxe, hod či kop maximálnym úsilím v športových hrách). Preto je dôležité porovnávať čas pre dosiahnutie maximálneho gradientu sily v tréningu s časom potrebným pre kľúčovú fázu v činnosti v športovej disciplíne (Tabuľka 3).

Tabuľka 3
Doba trvania kľúčovej fázy vybraných športových činností
(Zatsiorsky & Kraemer, 2007)

Činnosť	Čas (s)
Odraz	
Šprint	0,08 – 0,10
Skok do diaľky	0,11 – 0,12
Skok do výšky	0,17 – 0,18
Preskok koňa (gymn.)	0,18 – 0,21
Hod, vrh	
Oštep	0,16 – 0,18
Vrh guľou	0,15 – 0,18

So zvyšovaním požiadaviek prekonania odporu (napr. vrh guľou, úpolové športy) sa zvyšuje aj podiel úrovne explozívnej sily (PRFD).

Pri realizácii činnosti plyometrického charakteru je dôležité, aby prechod medzi oboma fázami (amortizačnou a prekonávajúcou) bol čo najkratší, pretože vzniknutá potencionálna energia, ktorá sa naakumulovala počas priebehu amortizačnej fázy, sa začína meniť na teplo a s pribúdajúcim časom sa znižuje jej miera využitia (Huijing, 1992; Komi, 1992; Verchošanskij, 1996; Watkins, 1999). Ako hraničnú hodnotu využitia naakumulovanej potencionálnej energie uvádzajú Bührle (1989) a Schmidtbleicher (1992) čas do 250 ms. Avšak v športe mnoho činností trvá kratšie ako 250 ms (Tabuľka 3). Množstvo ukladania energie sa zvyšuje s rýchlosťou natiahnutia svalu. Pritom vysoká rýchlosť natiahnutia spojovacieho tkaniva je možná len pri vysokej produkcii svalovej sily (Watkins, 1999). Problematikou elasticity svalovo – šľachového komplexu u šprintérov sa zaoberali napríklad Kubo et al. (2000).

1.5 Zmeny v oblasti rýchlostných resp. rýchlostno – silových schopností v kontexte adaptácie organizmu na zaťaženie v špecifických činnostiach

Efektivita tréningového programu ako riadenej pohybovej aktivity s cieľom zvyšovania kvalitatívnych a kvantitatívnych zmien v pohybovej činnosti spočíva vo využívaní zákonitostí fyziologických adaptácií, nakoľko organizmus je do istej miery plastický na zmenu okolia a prostredia. Adaptačné podnety v športe majú prevažne povahu pohybových činností. Ak je pohybová činnosť realizovaná tak, že vyvolaná žiaduca aktuálna zmena funkčnej aktivity človeka má vo svojom dôsledku trvalejšie funkčné, štrukturálne a psychosociálne zmeny, môžeme ju označiť ako **zaťaženie** (Dovalil et al., 2002).

Dobre riadené zaťaženie tak navodzuje podmienky progresu a zvyšuje rozsah pôsobnosti a celkový účinok podnetu. Pôsobením tréningových podnetov na športovca sa vyvolávajú zmeny v organizme. Zámerné sa narúša vnútorné prostredie a vplyvom autoregulačných procesov dochádza k zvládnutiu entropie vnútorného systému a v dôsledku toho k adaptácii na príslušné podnety (Laczo, 2005).

Riadenie adaptačných mechanizmov je nesporne kľúčovým problémom tréningového procesu. Závisí od vhodnosti tréningových a súťažných adaptačných podnetov (druh, veľkosť, intenzita, objem, zložitosť, frekvencia, psychická náročnosť atď.) v smere zámernej adaptácie, ktorej výsledkom je žiaduca zmena. Aby sme mohli regulovať tréningové a súťažné podnety v čase, musíme predovšetkým poznať reakciu organizmu na štruktúru zaťaženia, poznať stupeň narušenia vnútornej rovnováhy organizmu (štruktúru zmien stavov).

Stav trénovanosti športovca reprezentuje kvalitatívne vyjadrenie potencionálnych chronologických adaptačných mechanizmov. Základné mechanizmy adaptácie, ktoré sú najviac diskutované, sú nervová adaptácia a svalová hypertrofia. V porovnaní s hypertrofiou sa nervová adaptácia odohráva skôr a reprezentuje základný mechanizmus nárastu sily v počiatkových fázach tréningu. Neskoršia adaptácia viac závisí od zvýšenia prierezu svalového vlákna. Avšak oba tieto mechanizmy majú svoje genetické obmedzenia, ktoré u pokročilých športovcov môžu znamenať istú obtiažnosť v ďalších prírastkoch. Z toho dôvodu je potrebné pre ďalší rozvoj schopností hľadať ďalšie prostriedky, metódy, formy a ich kombinácie, ktoré by u pokročilých športovcov zabezpečili ďalší výkonnostný progres. Adaptácia organizmu na adaptačný podnet, sa uskutočňuje do takých podmienok, za ktorých

boli adaptačné podnety forsírované (Kaneko et al., 1983; Kuzněcov, 1974; Moravec et al., 2004; Stone et al., 2007; Verchošanskij, 1972; Zatsiorsky & Kraemer, 2007 a iní).

Zvyšovanie športovej výkonnosti sa realizuje cez prizmu optimálneho riadenia tréningového procesu, pričom meniace sa proporcie medzi intenzitou, objemom a frekvenciou tréningových podnetov sú hlavnými činiteľmi, ktoré zabezpečujú finálny žiaduci účinok tréningu. Adaptačný efekt po rýchlostnom, resp. rýchlostno – silovom tréningu sa prejavuje na úrovni zastúpenia štruktúry svalových vlákien vo zvýšení zastúpenia svalových vlákien rýchlostného typu (FT, FOG). Dôkazom toho je zastúpenie typov svalových vlákien u rôznych skupín (rýchlostne tréňovaných a vytrvalostne tréňovaných) športovcov (Tabuľka 4).

Tabuľka 4

Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov svalových vlákien vo vybraných športoch v jednotlivých svaloch (Wilmore & Costill, 1988)

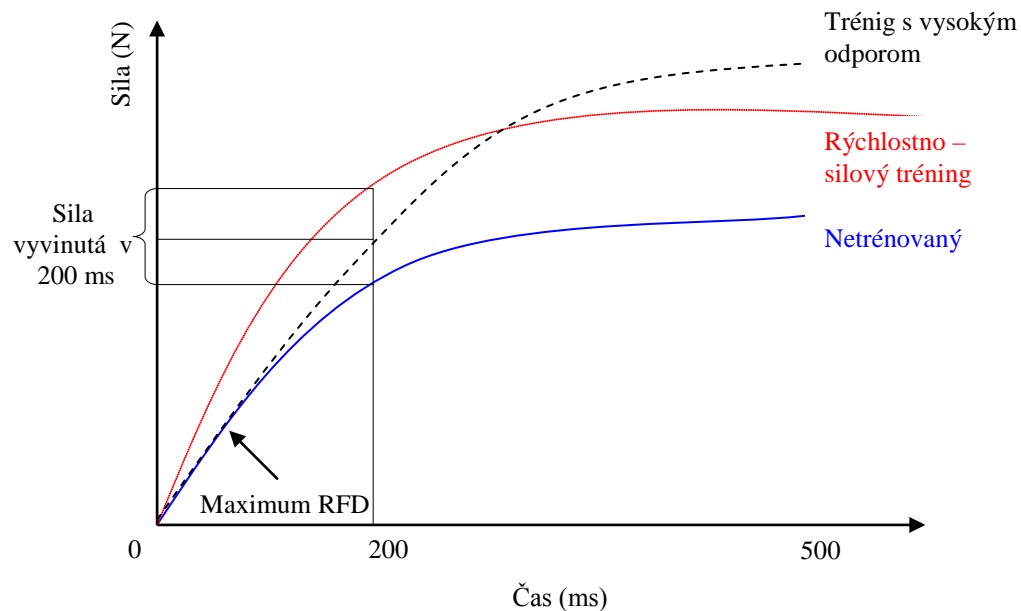
Šport	Pohl.	Sval	Pomalé vlákna (%)	Rýchle vlákna (%)	Prierez pomalého vlákna (μm^2)	Prierez rýchleho vlákna (μm^2)
Šprint	m	<i>m. gastrocnemius</i>	24	76	5,878	6,034
	ž	<i>m. gastrocnemius</i>	27	73	3,752	3,930
Dlhé trate	m	<i>m. gastrocnemius</i>	79	21	8,342	6,485
	ž	<i>m. gastrocnemius</i>	69	31	4,441	4,128
Netréňovaní	m	<i>m. v. lateralis</i>	47	53	4,722	4,709

Billeter & Hoppeler (1992) uvádzajú, že u plavca špecialistu na 50 m šprint voľným spôsobom, je zastúpených v *m. v. lateralis* 80 % rýchlych vlákien (typ II), kým u svetového cyklistu vytrvalca nachádzajú rovnaké zastúpenie, ale pomalých vlákien (typ I).

Vplyv selekcie a špecializácie tréningu na pomer a prierez svalových vlákien sa prejaví predovšetkým u športov zameraných na rýchlostné, alebo vytrvalostné výkony. Ako vyplýva z tabuľky 4, podiel svalových vlákien u netréňovaných je zhruba 50 % - ný, kým u vytrvalcov prevládajú pomalé vlákna (75 %) a šprintérov rýchle vlákna (75 %).

Úroveň, typ tréňovanosti a druh použitej metódy hrajú taktiež dôležitú úlohu pri zvyšovaní športovej výkonnosti a s tým súvisiace zaťaženie ako adaptačného podnetu. Obrázok 9 znázorňuje silu, ktorá je vyvinutá za čas 200 ms pri izometrickej kontrakcii

u odlišne trénovaných probandov. Kým u rýchlostne – silovo trénovaného športovca je typický strmý nárast sily v počiatkovej fáze a dosiahnutie maximálnej sily, u silovo trénovaného probanda je nárast sily v čase pomalší, aj keď úroveň maximálnej sily je v konečnom dôsledku vyššia.



Obrázok 9

Úroveň sily pri izometrickej kontrakcii ako funkcia času u rôzne trénovaných probandov (Häkkinen & Komi, 1985a)

Pre činnosti, ktoré si vyžadujú vysokú úroveň sily za relatívne krátky čas, je dôležité aplikovať v tréningovom procese adaptačné podnety s charakteristickými prvkami, ktoré navodzujú rovnakú vonkajšiu a vnútornú štruktúru pohybovej činnosti.

Adaptačné mechanizmy pôsobia vo väčšine oblastí pohybového aparátu, to znamená, že nielen vo výkonnom svalovom orgáne (svale), ale aj v riadiacom orgáne a v ostatných systémoch.

Rôzne tréningové metódy prinášajú rozličnú účinnosť a ich vplyv na neuromuskulárne zmeny a parametre výsledného výkonu sa môžu značne odlišovať. Stone et al. (2007) uvádzajú 4 typy tréningových metód a ich vplyv na nervovo – svalovú adaptáciu v organizme (Tabuľka 5).

Tabuľka 5

Účinnok rôznych typov tréningu na adaptáciu (Stone et al., 2007)

Typ tréningu	Hypertrofia	II/I CSA	Neurálna adaptácia
RÝCHLOSTNE – SILOVÝ	+	+++	++++
SILOVÝ S VYSOKÝM ODPOROM	++++	++	+
IZOMETRICKÝ	+	+	++
ZÁMERNE POMALÝ	+++	+	+

Legenda: II/I CSA – pomer prierezu rýchlych a pomalých svalových vlákien

Z hľadiska typológie svalových vlákien nastávajú odlišné efekty adaptácie. Rýchle svalové vlákna hypertrofujú skôr ako pomalé, aj keď zdôvodnenie doposiaľ nie je jasné (Stone et al., 2007). Podľa typu tréningu môžeme zvýšiť pomer svalového prierezu medzi vláknami typu II/I. Je preukázané, že rýchlostno – silový tréning zvyšuje tento pomer výraznejšie ako iné typy silového tréningu. Vysoký pomer svalových vlákien (FOG,FG / SO) je výhodou pre produkciu výkonu pri explozívnych pohybových činnostiach. Paradoxne Behm (1995) uvádza, že izometrický tréning môže taktiež zvýšiť rýchlosť pohybu, pri realizovaní vedomého úsilia vzniku rýchleho pohybu. Avšak účinok na rýchlosť pohybu je nízka pri porovnaní s rýchlostno – silovým typom tréningu (Häkkinen, 1994). U začiatočníkov môžeme pozorovať vyššie prírastky v rýchlosti, výkone a silovom gradiente. Kým rýchlostno – silový typ tréningu má najväčší vplyv na RFD a výkon, nižší efekt môžeme sledovať pri zvýšení úrovne maximálnej sily (Tabuľka 6).

Tabuľka 6

Účinnok rôznych typov tréningu na vybrané parametre rýchlostno – silového prejavu činnosti (Stone et al., 2007)

Typ tréningu	IF _{max}	1 RM	IRFD	DRFD	P _{max}	V _{max}
RÝCHLOSTNE – SILOVÝ	+	++	+++	++++	++++	+++
SILOVÝ S VYSOKÝM ODPOROM	+++	++++	++	++	++	++
IZOMETRICKÝ	++++	+++	++	+	+	+
ZÁMERNE POMALÝ	+++	++	?	+	+	+,-

Legenda: IF_{max} - maximálna izometrická sila

1RM – jedno opakovacie maximum

IRFD – gradient sily v čase pri izometrickej činnosti

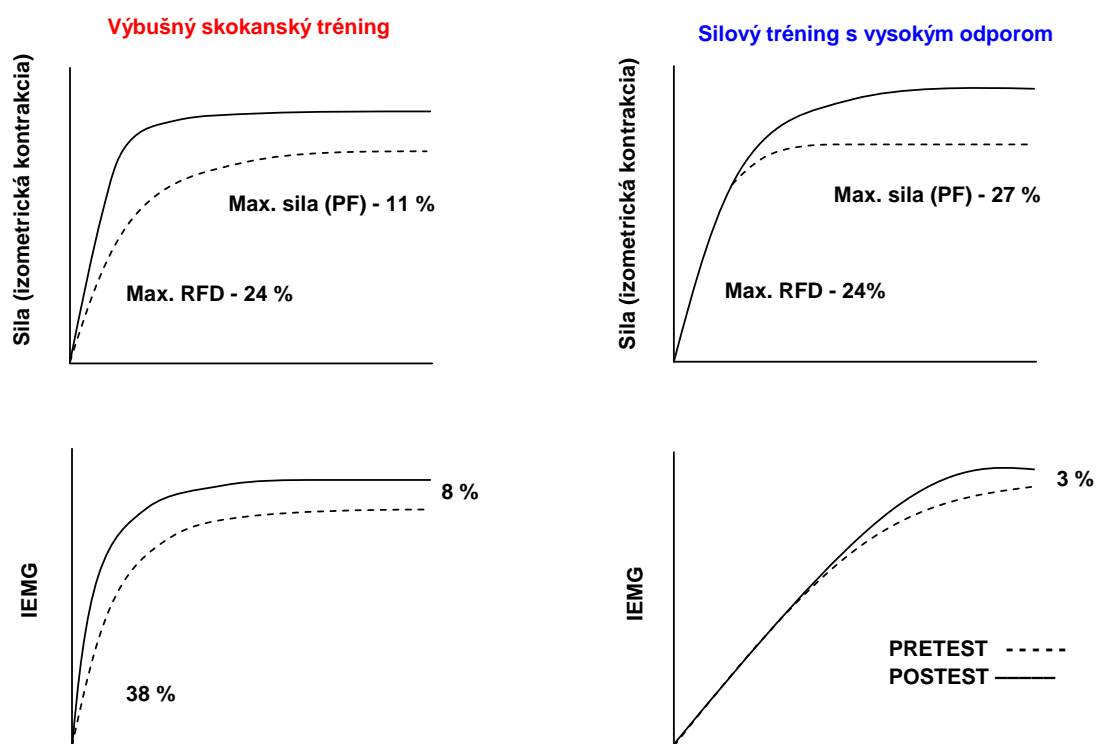
DRFD – gradient sily v čase pri dynamickej činnosti

P_{max} - maximálny výkonV_{max} - maximálna rýchlosť

Vytrvalostne silový typ tréningu v pomalých rýchlostiach má síce značný efekt na úroveň maximálnej sily, ale oveľa menší, ba dokonca negatívny vplyv na úroveň silového gradientu (RFD), rýchlosti a výbušnosti pohybovej činnosti (Stone et al., 2007).

Tréning s vysokou rýchlosťou pohybu zvyšuje rýchlosť pohybu výraznejšie, ako tréning sily pri nízkych rýchlostiach a naopak (Sale, 1992).

Výskum realizovaný Häkkinenom et al. (1985) potvrdzuje špecifický účinok medzi rýchlostno – silovým a ťažko silovým tréningom. Adaptačné zmeny špecifického silového tréningu pri vysokých rýchlostiach sa môžu prejaviť napr. v maximálnej rýchlosti kontrakcie svalu. Špecifický skokanský explozívny tréning spôsobí špecifické zvýšenie aktivácie motorických jednotiek, ako to napr. prezentujú na základe povrchovej EMG analýzy Häkkinen & Komi (1985a, 1985b) (Obrázok 10).



Obrázok 10

Zmeny sledovaných ukazovateľov účinkom explozívneho tréningu a tréningu s vysokými odpormi (Häkkinen & Komi 1985a, 1985b)

Autori porovnávali efekt explozívneho tréningu (skokanského) a klasického silového tréningu s veľkými odpormi. Zistili, že vplyvom skokanského tréningu sa zlepšili jedinci v RFD o viac ako 24 %, kým pri silovom tréningu len o 0,4 %. Avšak druhá skupina dosiahla výraznejšie zlepšenie vo veľkosti úrovne maximálnej sily (27 %) oproti prvej skupine (11 %). Taktiež zistili, že účinkom skokanského tréningu došlo k zvýšeniu množstva náboru motorických jednotiek (EMG aktivity) o 38 %, kým u druhej skupiny len o 3 %. Tieto zmeny pripisujú neurálnej adaptácii svalstva na explozívny typ tréningu.

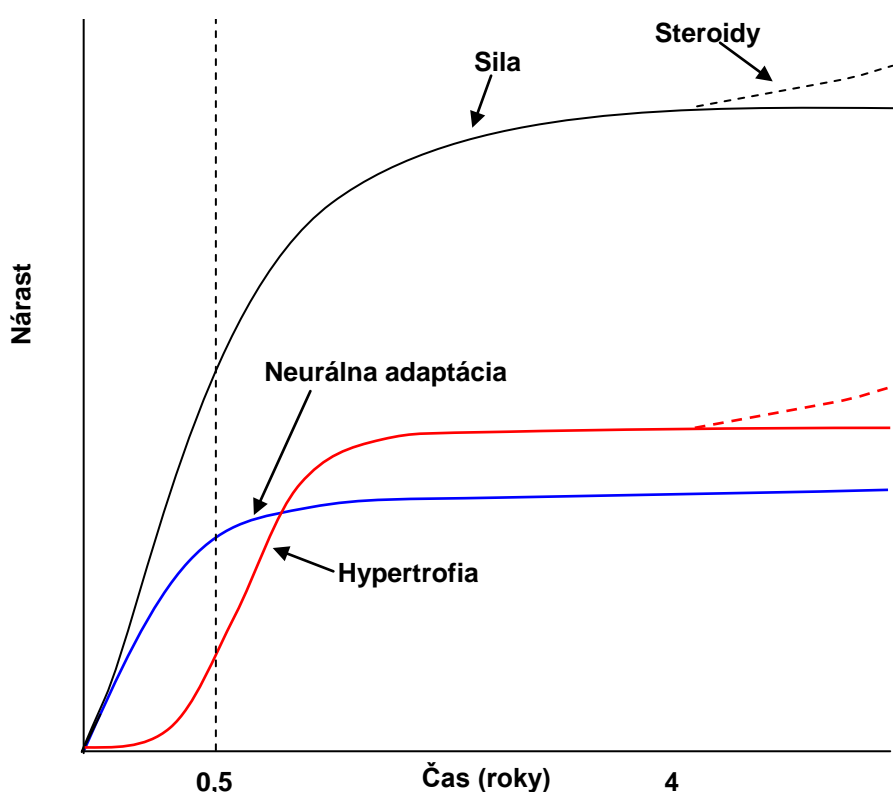
Neuro svalové zmeny (ich striedanie) v neuromuskulárnom systéme v dynamickom tréningu sú jednou z príčin zvýšenia gradientu sily v čase RFD (Nordstrom et al., 1992). Dynamický tréning podporuje vyšší počiatkový nábor motorických jednotiek a zvyšuje taktiež synchronizáciu počas balistických kontrakcií, čím sa zvýši úroveň RFD. Synchronizácia motorických jednotiek bola preukázaná ako príčina redukcie frekvenčného spektra so sprievodným zvýšením amplitúdy signálu pri povrchovom EMG. Moritani (1992) uvádza, že efekt krátkotrvajúceho výbušného tréningu pri vonkajšom odpore 30 % z maximálnej sily sa prejavil vo zvýšenej amplitúde EMG signálu. Autori usudzujú, že tieto zmeny pri svalovej aktivácii sú zapríčinené zlepšením synchronizácie motorických jednotiek.

Pre stanovenie veľkosti odporu pre silu realizovanú vo vysokých rýchlostiach, rozlišuje Stone et al. (2007) jednokĺbové pohyby a pohyby pri malých svalových skupinách, u ktorých doporučuje odpor do 30 % z maximálnej sily vyvinutej pri izometrickej kontrakcii. Pre cvičenia vyžadujúce si viackĺbové pohyby ako odrazy, výskoky, vzpieranie, doporučuje aplikovať odpor v rozsahu medzi 10 – 40 % z maximálnej izometrickej sily v závislosti od trénovanosti športovca.

Dlhodobé štúdie na človeku preukázali, že vysoko intenzívny silový tréning zlepšil schopnosť rýchlejšie mobilizovať inervačnú aktivitu motorických jednotiek (Häkkinen & Komi 1986; Moritani & DeVries, 1979). V prípade trénovaného športovca je rýchlejší nábor motorických jednotiek a motoneurónov v porovnaní s netrénovanými ľuďmi (Schmidtbleicher & Buehrle, 1987). Ďalšia forma adaptácie je intramuskulárna a intermuskulárna koordinácia (Schmidtbleicher, 1992).

Prvé výsledky adaptácie na silový tréning môžeme pozorovať už po 2 týždňoch. Na jednej strane môže byť krátkodobé zlepšenie zapríčinené lepšou koordináciou (účinkom koordinačného učenia) medzisvalových skupín, alebo počiatkovým výskytom neurálnych zmien (Sale, 1988). To je dosiahnuté skrátením času náboru

motorických jednotiek a zvýšením tolerance motoneurónov k zvýšeniu inervačných frekvencií (Häkkinen & Komi, 1986; Schmidtbleicher & Buehrle, 1987). Dlhodobé silové pôsobenie sa prejaví po čase svalovou hypertrofiou, čím dochádza k rozšíreniu kontraktilného aparátu vo svale (MacDougall, 1986). Prvá dôležitá adaptácia je však intermuskulárna koordinácia a prvá stabilizácia tréningovej účinnosti sa objavuje už po 2 týždňoch, pri 4 tréningových jednotkách (TJ) za týždeň (Obrázok 11). K neurálnej adaptácii dochádza po 6 - 8 týždňoch (4 TJ / týždeň). Tréning športovcov na pokročilej úrovni si vyžaduje rôzne variácie tréningových metód a kreatívne prístupy pre zvýšenie výkonnosti.



Obrázok 11

Priebeh adaptačných mechanizmov na silový tréning od začiatku pravidelného tréningu (Sale, 1988)

Wilson et al. (1993) sledovali vplyv rôzne orientovaného silového tréningu na 55 silovo trénovaných športovcov počas 10 týždňov. Jedna skupina realizovala klasický silový tréning (3 série x 6 - 10 opakovaní) a slúžila ako kontrolná skupina (SK₁). Druhá skupina trénovala silový tréning s postupným zvyšovaním veľkosti odporu

(SK₂). Tretia skupina realizovala zoskoky z vyvýšenej podložky, na začiatku z výšky 0,2 m a na konci programu 0,8 m (SK₃). Štvrtá skupina realizovala explozívne odrazové cvičenia s odporom 30 % z max. izometrickej sily, nameranej pri 135 ° uhle v kolene (SK₄). Účinnosť tréningu sa sledovala na základe výsledkov pri výskoku z miesta pri statickej polohe, s protipohybom, sile pri izokinetickej extenzii v kolennom kĺbe 400 °.s⁻¹ a modifikovanom Wingate testom. Výsledky silového tréningu (SK₂) sa prejavili na výskoku z miesta pri statickom začiatku a pri protipohybe. Tretia skupina (SK₃) zlepšila výkon len vo výskoku s protipohybom. Skupina, ktorá realizovala rýchlostno – silový tréning (SK₄), sa zlepšila vo všetkých testoch (Tabuľka 7). Taktiež percentuálne zlepšenie bolo v porovnaní s ostatnými skupinami výrazne lepšie. Tieto zistenia naznačujú, že v prípade trénovaných športovcov, môžu rýchlostno – silové cvičenia optimalizovať explozívny výkon.

Tabuľka 7

Efekt rôzne zameraného silového tréningu u trénovaných probandov

(Wilson et al. 1993)

Typ tréningu	Rýchlostno – silový tréning (n=15)	Plyometria (n=13)	Tradičný silový tréning (n=13)	Kontrolná (n=14)
Výskok z miesta s protipohybom	s	s	s	ns
Výskok z miesta zo statickej polohy	s	ns	s	ns
Izokinetická ext. v kolennom kĺbe	s	ns	ns	ns
Šprint 30 m	s	ns	ns	ns
Wingate test (P)	s	ns	s	ns

Legenda: s – signifikantná zmena, ns - nesignifikantná zmena

Dlhotrvalý rýchlostný tréning môže na biochemickej úrovni zvýšiť aktivitu enzýmov vyžadovaných k štiepeniu ATP a resyntéze ATP počas aktivity, čo umožňuje športovcovi cvičiť rýchlejšie dlhší čas (Melichna, 1990). Pravidelnou svalovou činnosťou dochádza k zvýšeniu aktivity rôznych enzýmov, ktoré katalyzujú reakcie spojené ako s uvoľňovaním energie pre svalovú činnosť, tak aj s procesom resyntézy, ktoré vedú nielen k obnove koncentrácie makroergných substrátov na úroveň pred zaťažením organizmu, ale aj na úroveň vyššiu (superkompenzácia) (Melichna, 1990).

So zvyšujúcou sa úrovňou výkonnosti športovcov sa kladú aj vyššie požiadavky na efektívne podnety. Zväčša sú účinné neobvyklé nové podnety, čo platí najmä pre športovcov vyššej úrovne. Preto po 6 - 8 týždňoch rovnaký systém realizácie štruktúry zaťaženia v tréningových jednotkách postupne stráca adaptačnú silu. Je veľká pravdepodobnosť, že príčina vzniku takéhoto stavu je "zvyk". Tento stav nemusí nastať, ak dochádza k pravidelným zmenám v obsahovej variabilite dynamiky štruktúry podnetov pri využívaní aj hraničného zaťaženia (Laczo, 2005).

Zatsiorky (1995) formuluje štyri faktory ovplyvňujúce športový výkon vplyvom adaptácie na silovú záťaž:

- **veľkosť stimulov (stupeň zaťaženia)** - adaptačný efekt sa dostaví pokiaľ sú adaptačné podnety vyššie, ako je momentálna úroveň trénovanosti. Prichádza do úvahy pri naplnení tohto cieľa buď zvýšiť záťaž, alebo obmeniť druh cvičenia, na ktorý nie je organizmus prispôsobený,
- **prispôsobovanie** - v dôsledku schopnosti organizmu prispôbiť sa na druh záťaže sa pri konštantných podnetoch prispôsobovacie reakcie znižujú. Rovnaké zaťaženie tak nie je efektívne. Z uvedeného dôvodu je nutná variabilita adaptačných podnetov v čase, pri zachovaní špecifčnosti tréningu,
- **špecifičnosť** - pokiaľ chceme aby nastal pozitívny transfer tréningových podnetov do súťažného prevedenia, musíme zvoliť taký typ cvičení, ktoré sa približujú svojou vonkajšou a vnútornou štruktúrou súťažným podmienkam,
- **individualizácia** - na rovnaký podnet nemusia dvaja jedinci rovnako reagovať. Preto s rastúcou výkonnosťou je nutné diferencovať a optimalizovať tréningové plány a prostriedky pre získanie žiadúcich efektov s ohľadom na jedinečnosť konkrétneho športovca.

Výsledky adaptácie sú častokrát oneskorené a závisia na mnohých faktoroch. Oneskorenie adaptácie ako pozorovateľné zvýšenie zdatnosti sa nazýva v zahraničnej literatúre akronymom LLTE (*Long-term Lag of the Training Effect*) dlhotrvajúce oneskorenie účinnosti tréningu (Stone et al., 2007).

1.6 Špecifičnosť cvičenia a jeho transferu do športového výkonu

Nakoľko u rýchlostných schopností platí tzv. relatívna nezávislosť je potrebné pre stimuláciu a rozvoj vybraných pohybových činností, ktoré sú podmienené rýchlostnou

zložkou, aplikovať také typy cvičení, ktoré spôsobia nielen vhodný základ (všeobecné cvičenia), ale najmä vysoký transfer do konkrétnej pohybovej úlohy realizovanej v súťažných podmienkach (špecifické cvičenia). Táto požiadavka vyplýva aj z faktu, že rýchlostné schopnosti sú spomedzi pohybových schopností najmenej generalizované. Z didaktického hľadiska určuje voľba obsahu cvičenia, aká rýchlostná schopnosť bude stimulovaná (Dovalil et al., 2002). Špecifickosť v tomto prípade znamená, že rýchlostné schopnosti musia byť tréňované v tých pohyboch, v ktorých chceme dosiahnuť vysoké rýchlosti. V takom prípade, musí zodpovedať výber cvičení na základe dôkladnej analýzy pohybového obsahu danej športovej špecializácie.

Lehnert (2008) považuje za nevyhnutné v kondičnej príprave športovca uplatňovať princíp špecifčnosti, pri ktorom sa zvažuje druh cvičenia, zapojenie špecifických svalových skupín, rýchlosť pohybu, poloha tela a jeho segmentov, zmena pákových pomerov, požiadavky metabolického zabezpečenia pohybu.

Princíp špecifčnosti je jeden z najčastejšie sledovanou oblasťou v športe (Baker & Nance, 1999; Kanehisa & Miyashita, 1983; Kaneko et al., 1983 a iní). Pre princíp špecifčnosti používa Stone et al. (2007) akronym SAID (*Specific Adaptation to Imposed Demand*). Voľne to môžeme preložiť ako špecifická adaptácia na predpísané požiadavky resp. požadované nároky.

Výsledky tréningu pre špecifickosť musia tak zohľadňovať (Stone et al., 2007):

a) typ svalovej činnosti - svalová činnosť: koncentrická, excentrická, izometrická

(statická), izotonická, auxotonická, naťahovaco – skracovací cyklus (SSC), izokinetická – konštantná rýchlosť pohybu,

b) rozsah pohybu a špecifické uhly pri pohybe - pri neuromuskulárnom tréningu je

realizovaný v určitom rozsahu pohybu za určitých podmienok, výsledky sa prejavia taktiež v rozsahu pohybu, v ktorom bol realizovaný tréningový podnet,

c) rýchlosť pohybu - nevyhnutnosť rýchleho pohybu v tréningu,

d) pozícia tela – rozlišovať polohu tela resp. jeho segmentov pri cvičení vzhľadom k súťažnej realizácii pohybu.

Dobrý (2000) usudzuje na základe všeobecných poznatkov o prenose výkonových charakteristík získaných v jedných podmienkach na činnosť v iných podmienkach. Autor formuluje hypotetický predpoklad, pri ktorom úspešná realizácia prenosu (transferu) akejkol'vek hernej zručnosti naučenej v tréningovej praxi do výkonu v hre je podmienená vytvorením zodpovedajúcich tréningových podmienok v metodicko –

organizačných formách. Čím vyššia bude ich podobnosť s podmienkami v zápase, tým úspešnejší bude ich transfer. Proces vytvárania situačných a činnostných súvislostí zo zápasu do učebného procesu, t.j. navodzovanie vysokého stupňa podobnosti herných situácií, predstavujúcich herné úlohy rôzneho typu a ich riešenie nazýva autor transpozíciou.

Počas špecifického pohybu sú motorické jednotky aktivované vo svaloch v špecifickom časovom poradí a nastáva taktiež špecifická aktivácia pohybového vzorca pre antagonistov a synergistov. Tieto vzorce sa môžu ľahko zmeniť malými zmenami pri pohybovom stereotypu a ľahko zmenami rýchlosti (Stone et al., 2000; Zajac & Gordon, 1989).

Sale & MacDougall (1981) upozorňujú na špecifičnosť pohybovej činnosti pri posilňovacom tréningu, ktorá by mala byť podobná s pohybovým vzorcom, rýchlosťou, typom a veľkosťou kontrakcie príslušnej športovej disciplíny. Nedodržanie tejto podobnosti vedie k neadekvátnej adaptácii. Nešpecifický tréning tak bude s vysokou pravdepodobnosťou neproduktívny. Bloomfield et al. (1990) uvádzajú neefektívny prenos nešpecifického silového tréningu na rýchlosť hodu u vodných pólistov. K prenosu očakávaných prírastkov nedošlo z dôvodu pohybového zaťaženia, ktoré bolo druhovo nešpecifické.

Baker & Nance (1999) zistili u Austrálskych ragbyových hráčov ($n = 20$) nízky korelačný koeficient medzi výkonom v cviku premiestnenie s veľkou činkou a výkonom v behu na 10 resp. 40 m ($r_{10} = -0,34$; $r_{40} = -0,24$). Koeficient determinácie (R^2) bol len 0,12 resp. 0,06, čo vysvetľuje len 12 % resp. 6 % celkovej variancie výkonu v krátkych behoch resp. sú spojené s výkonom v cviku premiestnenie s činkou. V praktickej rovine to poukazuje na nízky transfer daného cvičenia na výkon v šprinte.

Otázkou špecificity rýchlosti v silovom tréningu sa zaoberali taktiež Kanehisa & Miyashita (1983), ktorí sledovali na súbore 21 probandov vo veku 23 – 25 rokov výkon pri maximálnej extenzii kolena v piatich špecifických rýchlostiach (1,05; 2,09; 3,14; 4,19 a 5,24 $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$) na izokinetickej dynamometri. Probandi boli rozdelení do troch skupín a trénovali 6 x týždenne extenziu v kolennom kĺbe maximálnym úsilím pri rôznych rýchlostiach. V každej tréningovej jednotke realizovala prvá skupina 10 opakovaní maximálnym úsilím pri rýchlosti 1,05 $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, druhá 30 opakovaní rýchlosťou 3,14 $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ a tretia 50 opakovaní 5,24 $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Prvá skupina dosiahla štatisticky signifikantné zvýšenie vo výkone (výbušnej sile) pri všetkých testovaných

rýchlostiach. Percento prírastku rýchlosti sa znižovalo s rýchlosťou od 24,8 % (1,05 rad.s⁻¹) po 8,6 % pri (5,24 rad.s⁻¹). Druhá skupina dosiahla takmer rovnaké výsledky v prírastku výkonu (18,5 – 22,4 pri všetkých rýchlostiach okrem 2,09 rad.s⁻¹ (15,4 %). Na druhej strane, tretia skupina zvýšila výkon len pri vyšších rýchlostiach (23,9 % pri 4.19 rad.s⁻¹ a 22,8 % pri 5,24 rad.s⁻¹).

Zaujímavú štúdiu prezentovali Kaneko et al. (1983) ktorí sledovali zmeny v rýchlostno – silových parametroch pri použití 4 rôznych úrovní vonkajšieho zaťaženia – tréningových intenzít – (0, 30, 60 a 100 % maximálnej sily F_{max}) počas 20 týždňoch tréningu. V práci prezentujú zistenie, že najvyššie zlepšenie v rýchlosti po špecifickom adaptačnom podnete, preukázal tréning pri maximálne rýchlych kontrakciách, pri $F_{max} = 0$ % externom odpore, kým pri odpore $F_{max} = 100$ % tréning zlepšil najvýraznejšie úroveň maximálnej sily. To znamená, že odlišné tréningové zaťaženie spôsobuje rozličné modifikácie v rýchlostno – silovom vzťahu (krivke) a zaťaženie o veľkosti $F_{max} = 30$ % bolo najefektívnejšie pre maximálny mechanický výkon.

Nell et al. (2001) sledovali účinnosť vonkajšieho odporu na výkon vertikálneho výskoku z miesta. U probandov (n = 8) boli z opakovacieho maxima stanovené hmotnosti 20 %, 30 % a 40 % z jedného opakovacieho maxima (ORM). Aj keď došlo k významným zmenám pri náraste výkonu, už pri odpore 20 % z ORM došlo k zníženiu rýchlosti odrazu o 19,40 %, pri hmotnosti 30 % z ORM bolo zníženie rýchlosti 27,73 % a pri hmotnosti 40 % z ORM dokonca 36,66 %. Z uvedených výsledkov autori usudzujú, že pre pohyby v ktorých sa rýchlosť odrazu vyžaduje, bude prídavný odpor o veľkosti 20 % z opakovacieho maxima vysoký.

Barbaro (1999) odporúča pre zvyšovanie úrovne sily flexorov kolena u šprintérov použiť prídavný odpor vo forme manžiet, alebo použiť odporové lano a praktizovať cvičenia v stoji, ktoré uprednostňuje pred klasickým zanožovaním v ľahu na prístroji. Podľa autora pomocou takejto izolácie hamstringov v naklonenej pozícii, resp. v ľahu na bruchu, športovci rozvíjajú falošnú silu.

1.7 Špeciálna silová príprava vrcholových športovcov

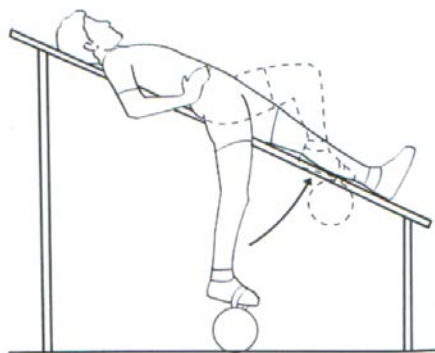
Špeciálna silová príprava športovcov je zameraná na rozvoj sily svalstva, ktoré nesú hlavné zaťaženie v špeciálnych cvičeniach, pri súčasnom rozvoji ostatných pohybových vlastností v rámci neporušenej štruktúry týchto cvičení.

Podľa Kuzněcova (1974) v silovej príprave športovcov vyšších výkonnostných tried je možné rozlíšiť tri smery:

- a) **všeobecnú silovú prípravu** - udržanie sily celej svalovej sústavy bez ohľadu na športovú špecializáciu s využitím najrôznejších silových cvičení, pri ktorých sa uplatňujú všetky druhy dynamickej a statickej sily,
- b) **všestranne cieľavedomá silová príprava** – prevažný rozvoj sily svalov, ktoré nesú hlavné a podporné zaťaženie v špeciálnych cvičeniach, pomocou rôznych prostriedkov, ktoré nie sú totožné, len blízke špecifickej štruktúre špeciálnych cvičení podľa charakteru nervovosvalového zaťaženia,
- c) **špeciálna silová príprava** – rozvoj sily svalov, ktoré nesú hlavné zaťaženie pri špeciálnych cvičeniach, súčasne s rozvojom ostatných pohybových vlastností pomocou prostriedkov, u ktorých je dodržaná špecifická štruktúra a charakter nervovosvalového zaťaženia.

Medzi prostriedky špeciálnej silovej prípravy patria cvičenia rozvíjajúce silu svalov nesúcich základné zaťaženie spolu s inou vedúcou pohybovou schopnosťou, pričom sa zachováva štruktúra špecializovaného cvičenia. Toto cvičenie je efektívnym prostriedkom špeciálneho silového rozvoja. V priebehu jeho realizácie sa vytvárajú podmienky pre rozvoj svalovej sily v zhode s pohybovou špecifickou daného druhu športu.

Verchošanskij (1972) uvádza názor, že je dôležitejšie vychádzať nie z konkrétnych svalových skupín, ale z pracovného efektu ich činnosti, ktorý sa prejavuje v okamžiku, keď ťah svalu je najväčší vzhľadom k riešenej pohybovej úlohe. Preto je potrebné sa orientovať na priestorové, časové a dynamické charakteristiky pohybu a zaistiť ich opakovanie v špeciálnych cvičeniach. Tento názor tak odporuje myšlienke používania elastických odporov pri ktorých so zväčšujúcou dráhou segmentu tela, kde je uchytený odpor, dochádza k nárastu odporu. Názorný príklad špecializovaného cvičenia pre šprintérov je na obrázku 12.



Obrázok 12

Príklad špecifického cvičenia pre zosilnenie dôrazu svalového úsilia pre švihový pohyb nohy u šprintéra (Zatsiorsky & Kraemer, 2007).

K prostriedkom špeciálnej silovej prípravy patria tieto skupiny cvičení (Kuzněcov, 1974):

- **súťažné cvičenia** – sú cvičenia prevádzané pri zachovaní všetkých súťažných pravidiel,
- **špeciálne cvičenia** – telesné cvičenia, ktoré umožňujú rozvoj svalovej sily spolu s rozvojom inej základnej pohybovej vlastnosti v zhode s vonkajšou a vnútornou štruktúrou športového cvičenia. Táto zhoda sa môže týkať ako celého pohybu, tak aj jeho jednotlivých fáz a prvkov,
- **špeciálne pomocné cvičenia** – sú cvičenia umožňujúce lokálny rozvoj sily jednotlivých svalových skupín spolu s rozvojom inej pohybovej vlastnosti v zhode s vnútornou štruktúrou športového cvičenia (zachovanie vonkajšej štruktúry nie je možné z metodických dôvodov).

Po rozbere metodické stránky špecializovaných cvičení sa odporúča používať odpor prevyšujúci súťažný odpor o 3 – 5 % (Kuzněcov, 1974). Stanovenie optimálnej hranice pre používanie tohto odporu je však veľmi dôležitým metodickým problémom. Ide predovšetkým o efektívnosť komplexného pôsobenia pri zdokonaľovaní techniky a pri stimulácii silových schopností športovcov. Nadmerné zvýšenie odporu pri realizácii špeciálnych cvičení vylučuje nielen možnosť technického zdokonalenia, ale aj špeciálneho silového rozvoja. V takomto prípade sa hlavné zaťaženie prenáša na nešpecifické svalové skupiny a cvičenie sa stáva prostriedkom všestrannej silovej prípravy.

V oblasti športových hier a konkrétne futbalu, uvádza Buzek (2003), že pokiaľ hráči vstúpia do tréningového programu s vysokou úrovňou kondičnej pripravenosti, nemá zmysel ďalej pokračovať v jej všeobecnom podnecovaní, pretože akékoľvek ďalšie zlepšenie nebude mať žiadny prínos k špecifickej súťažnej aktivite hráča. V takomto prípade nie je nutné postúpiť vyčerpávajúci nešpecifický kondičný tréning, ale skôr pristúpiť k stimulácii špecifickými podnetmi.

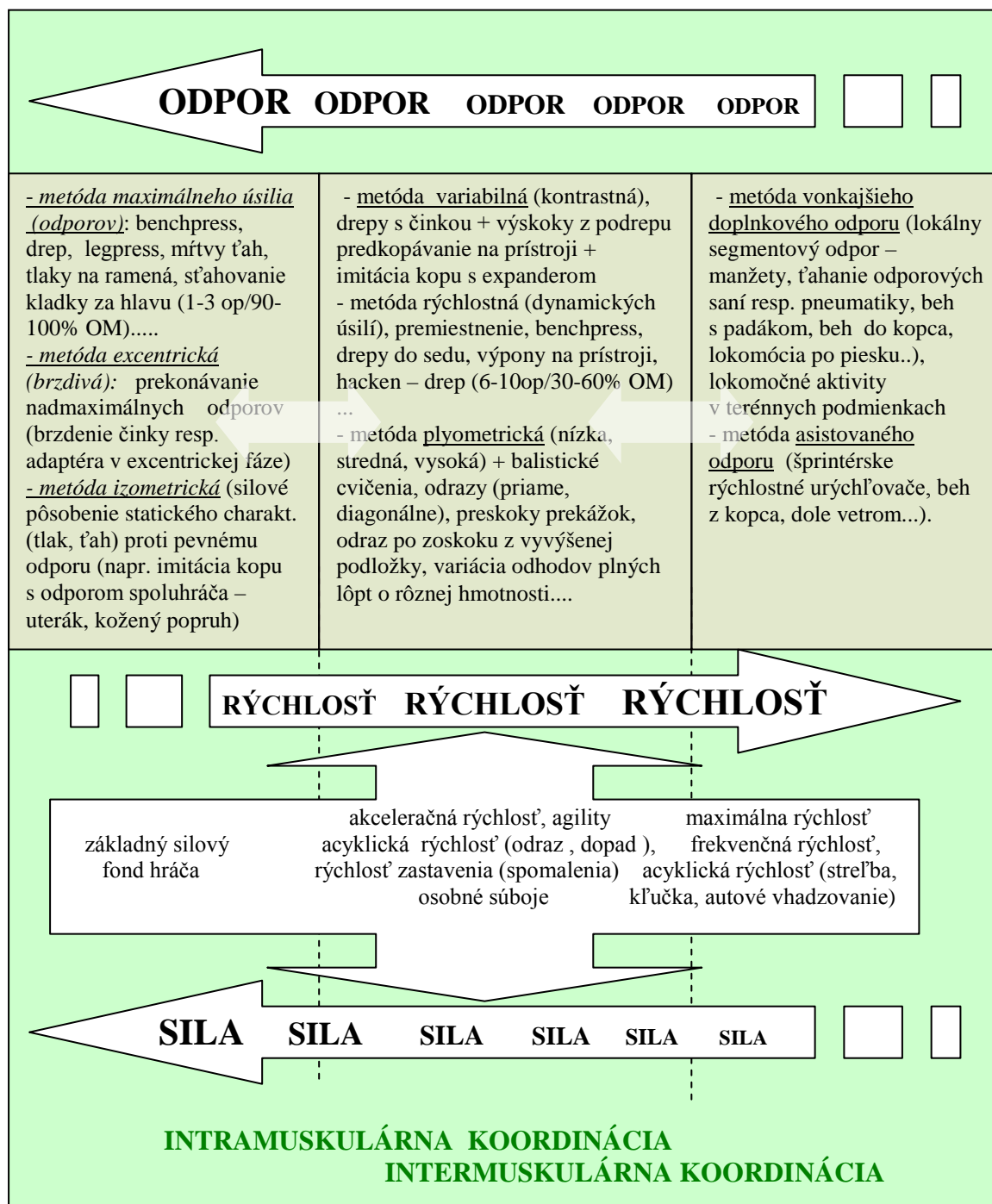
Holienka (2004) doporučuje uplatňovať v kondičnom tréningu u futbalistov také prostriedky (cvičenia bez lopty), ktoré sú veľmi blízke samotnému pohybu hráča v zápase. Na základe kvantitatívnych, ale aj kvalitatívnych analýz zápasov sa snažiť o čo najvernejšiu kópiu pohybovej činnosti hráča. V hernom tréningu je treba akcentovať také špeciálne prostriedky (cvičenia s loptou), ktoré svojou pohybovou štruktúrou, veľkosťou nervovo - svalového úsilia, režimom svalovej práce, požiadavkami na energetické zdroje a funkcie organizmu boli totožné, alebo aspoň veľmi blízke vlastnej činnosti hráča v zápase.

Hypotetický vzťah medzi metodotvornými komponentmi stimulujúcimi rýchlostné a silové schopnosti vo futbale uvádzame na obrázku 13.

Pri analytickom pôsobení (napríklad pri rozvoji výbušnej sily) môžeme zmenou hmotnosti odporu klásť dôraz buď na rýchlostnú zložku (ak sa prekonáva náčinie nižšej hmotnosti v porovnaní so súťažnou), alebo na silovú zložku (vyššia hmotnosť náčinia ako súťažná). U oboch sa však zachová rovnaká intenzita pohybu. Pri takomto pôsobení je charakteristický selektívny rozvoj jednotlivých zložiek špeciálnych pohybových schopností pri zachovaní špecifickej štruktúry pohybu. Táto skutočnosť je veľmi dôležitá, pretože jedine vtedy sa rozvíjajú svaly nesúce hlavné zaťaženie v špecializovaných cvičeniach (Kuzněcov, 1974).

Základom fyziologického mechanizmu rozvoja špeciálnych rýchlostno - silových schopností je predovšetkým zlepšovanie nervových vlastností svalu športovca – vnútrosvalovej a medzisvalovej koordinácie. Vnútrosvalová koordinácia sa zdokonaľuje predovšetkým v priebehu prekonávania odporu, ktorý sa svojou hmotnosťou rovná súťažnej hmotnosti, resp. čiastočne ju prevyšuje. Medzisvalová koordinácia sa stimuluje do značnej miery vďaka skracovaniu doby prejavu sily, čo súvisí so znížením hmotnosti odporu v porovnaní so súťažnými podmienkami. Teda ak chceme klásť dôraz na rýchlostno – silové cvičenia so zvýšeným odporom, bude sa stimulovať rozvoj sily jednotlivých svalov, avšak stupeň rozvoja špecifickej medzisvalovej koordinácie sa bude znižovať, pretože doba vynaloženého úsilia sa

v porovnaní so súťažnými podmienkami predĺži. Pri dôraze cvičení so zníženým odporom sa bude vo veľkej miere zdokonaľovať medzisvalová koordinácia, pretože doba úsilia sa skrátí.



Obrázok 13

Vzťah medzi rýchlosťou realizovania pohybovej činnosti, požadovanou úrovňou sily, veľkosťou prekonávajúceho odporu a použitými metódami pre stimuláciu pohybových schopností (na príklade futbalu) (Malý, 2008)

Ďalším prístupom v špeciálnej silovej príprave športovcov je metóda variabilného pôsobenia. Zakladá sa na optimálnom striedaní cvičení, pri ktorých sa stálou intenzitou prekonávajú odpory, ktoré sú jednak väčšie, aj menšie v porovnaní so súťažnými odpormi, alebo sa im rovnajú. Fyziologickým základom tejto metódy môže byť v prvom prípade, keď sa cvičenia striedajú pri každej tréningovej jednotke, mechanizmus súvisiaci s reakciou tzv. čerstvých stôp, t.j. stôp zanechaných predchádzajúcim svalovým úsilím. Pri tomto pôsobení sa využíva často princíp kontrastu, ktorý spočíva v zaradovaní ľahšej a ťažšej formy realizácie rýchlostného cvičenia. Pri sťažených podmienkach dochádza síce k zníženiu absolútnej rýchlosti, ale určité „stopy“ realizácie tohto cvičenia zostanú vo svaloch, ktoré sa potom s výhodou využijú pri ľahšom prevedení a tým dosiahnu aj vyššiu úroveň intenzity (rýchlosti) ako pri normálnych podmienkach (Perič, 2004).

Ukazuje sa, že dôležitosť špeciálnej prípravy je preto nevyhnutná z nasledovných dôvodov:

- zvyšovanie výkonnosti športovcov je spojená u všetkých športových špecializácií s rozvojom špeciálnej sily,
- v tréningu vrcholových športovcov je špeciálna silová príprava hlavným prvkom nielen v silovej príprave, ale aj v špeciálnej telesnej príprave,
- pri špeciálnej silovej príprave vrcholových športovcov má veľký význam všestranne cieľavedomý silový rozvoj. Všeobecná silová príprava rieši úlohy spojené s vytvorením nevyhnutnej úrovne všestrannej pripravenosti.

1.8 Stimulácia rýchlostných schopností pomocou metódy vonkajšieho doplnkového odporu

Ak by sme hľadali v športovej histórii nejakú zmienku o doplnkovom odpore, určite by sme mali spomenúť starovekých gréckych športovcov, ktorí používali pri skoku do diaľky z miesta a viacnásobných odrazoch ručné závažie o hmotnosti 1 až 4,6 kg. Pasívny nástroj mal pomôcť športovému výkonu pri skoku do diaľky (Lenoir et al., 2005; Minetti & Ardigó, 2002).

Pre dosiahnutie vysokej acyklickej rýchlosti v športe 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;).

1.8.1 Vymedzenie druhu vonkajšieho doplnkového odporu a základných metodotvorných komponentov rýchlostného typu zaťaženia

Nevyhnutnou požiadavkou športovej praxe sú dostatočné informácie o veľkosti aplikovaného odporu. Osobitne pri cvičeniach, ktoré si vyžadujú maximálne rýchlostno - silovú realizáciu pohybovej činnosti v minimálnom časovom intervale, je otázka veľkosti odporu dôležitá. 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).

V tejto súvislosti je však potrebné zohľadňovať aj zmienenú špecifickosť cvičenia (kap. 1.6), keď je možné dosiahnuť potrebný efekt pri pohyboch, u ktorých je stimulovaná silová schopnosť resp. v ktorých chceme dosiahnuť vysokú rýchlosť pohybu. Prakticky sa to rieši pomocou silových podnetov v podobe doplnkového vonkajšieho odporu pri rýchlostnom type zaťaženia. Ten môže predstavovať:

- cvičenie s hmotnostným pásom, vestou, manžetami,
- ťahanie bremena o rôznej veľkosti odporov (pneumatiky, odporové sane, padák),
- lokomócia do kopca,
- beh po plytkej vode, piesku, proti vetru,
- elastické popruhy,
- ťažšie športové náčinie (lopta, oštep, tenisová raketa),
- použitie hydrobrzdy, prídavného závažia do lode a podobne.



(a)



(b)

Obrázok 14

Využitie vonkajšieho doplnkového odporu k stimulácii špeciálnej sily a rýchlosti u reprezentačných hráčov Nemecka a) odporové sane, b) elastické popruhy

(www.dfb.de)





Obrázok 15

Príklady vonkajšieho doplnkového odporu s možnosťou využitia stimulácie špeciálnej sily v rôznych športoch

(<http://propowertraining.blogspot.com/>, www.morleyathletic.com)

Vonkajší doplnkový odpor umožňuje bezprostrednú variabilitu zmeny odporu, pri ktorých športovec nadobúda kinestetický pocit „ťažší – ľahší“ resp. „pomalšie - rýchlejšie. Tieto požiadavky môžu byť splnené pomocou variabilnej metódy (kontrastnej metódy) s využitím princípu rýchlostného kontrastu, pričom dochádza k pozitívnemu ovplyvneniu vnútro svalovej a medzisvalovej koordinácie (Dovalil et al., 2002).

Pri stimulácií rýchlostných schopností s dôrazom na využitie špeciálnej sily sa využíva typ rýchlostného zaťaženia. Intenzita cvičenia, doba trvania cvičenia, spôsob odpočinku, obsah pohybového cvičenia, interval odpočinku, počet opakovaní, sú základným atribútom pre pozitívnu stimuláciu rýchlostných schopností v tréningovom procese (Bompa, 1999a; Dintiman et al., 1998; Sedláček et al., 2003 a ďalší). V tejto súvislosti je potrebné si vymedziť (kvantifikovať) základné metodotvorné komponenty zaťaženia pri aplikácii metódy vonkajšieho doplnkového odporu.

Dovalil et al. (2002) vymedzuje rýchlostné zaťaženie ako celok nasledovnými parametrami:

- Intenzita cvičenia: maximálna
- Doba cvičenia: do 10-15 s
- Interval odpočinku: 2-5 minút
- Počet opakovaní: 10-15
- Spôsob odpočinku: aktívny

Spôsoby zvyšovania tréningového zaťaženia sú rôzne. Stone et al. (2007) uvádza nasledovné možnosti:

- zvýšením požiadaviek na koordinačný systém, vytvorením obtiažnejších požiadaviek na koordinačný systém,
- zvýšením počtu súťaží,
- zvýšením počtu súťaží oproti výkonnostne vyšším súperom,
- modifikácia športového vybavenia (náčinia, náradia), ako napr. tvrdšie odrazové mostíky,
- zvýšenie času trvania tréningu, alebo sérií a opakovaní,
- zvýšenie obtiažnosti úloh v tréningu, alebo skrátenie trvania tréningu pri vyžadovaní rovnakého množstva tréningového zaťaženia,
- znížením oddychového času medzi tréningovými úlohami.

1.8.2 Možnosti využitia vonkajšieho doplnkového odporu v športovej praxi

Jedným z hlavných kritérií použitia vonkajšieho doplnkového odporu v športovej praxi je oblasť poznania jeho veľkosti pri jeho aplikácií pri rýchlostnom type zaťaženia, ktoré navodí optimálny výsledok rozvíjaného pohybového predpokladu, resp. danej pohybovej zručnosti. Veľkosť odporu ako jeden z metodotvorných komponentov zaťaženia musí byť dostatočne veľký, aby spôsobil želané zmeny v pohybovom prejave, avšak jeho neprimeraná úroveň môže spôsobiť neželané odchýlky daného pohybu (narušenie štruktúry pohybu). Na neuromuskulárnej úrovni sa jedná o zmenu vzorca (stereotypu) zapájania daných svalových skupín, čo

v konečnom dôsledku môže spôsobiť časovo – priestorové a dynamické zmeny pohybového prejavu (Kuzněcov, 1974; Letzelter et al., 1995). Napriek tomu, že táto metóda bola základom pre úspech niektorých šprintérov (ako Koch, Gohr, Ashford, Krabbe, Christie), Saralaidis (2000) uvádza, že literatúra poskytuje minimálne informácie (ak vôbec poskytuje) o veľkosti, či druhu aplikovaného odporu resp. vymedzenej vzdialenosti, či času pôsobenia tohto prostriedku.

Letzelter et al. (1995) uvádzajú účinok ťahania saní s hmotnosťou 2,5 kg, 5 kg, a 10 kg u šprintérov, ktorých priemerný čas v behu na 100 m je 12,55 s. Zistili, že tak malý odpor ako je 10 kg pri tomto spôsobe behu skráti dĺžku kroku o 13,5 % a frekvenciu o 6,2 %. Taktiež sa zvýšil čas opory končatiny o 21 %, čím došlo k zmenám pohybového návyku – stereotypu. Pri ťahaní závažia sa môže u športovcov objaviť zvýšenie sklonu trupu o viac ako 20 %. To môže viesť k nekompletnej extenzii v bedrovom kĺbe počas šprintu, čo obmedzí produkciu sily príslušných svalových skupín a výslednej rýchlosti behu.

Jakalski (1998) odporúča, aby pri aplikácii externého doplnkového odporu neklesla rýchlosť o viac ako 10 % v porovnaní s normálnymi podmienkami. Rovnakého názoru sú Alcaraz et al. (2008). Dovalil et al. (2002) usudzujú, že rýchlosť realizácie pohybovej činnosti s odporom by nemala klesnúť pod 50 % rýchlosti rovnakého pohybu bez odporu.

V literatúre nachádzame rozdielne názory na veľkosť použitého odporu pre stimuláciu acyklickej rýchlosti. Vasiliev (1983) doporučuje pre stimuláciu výbušnej sily u vrhačov použitie ťažšieho náčinia o 20 % ako je jej štandardná hmotnosť. Avšak vrh guľou si vyžaduje vyššiu úroveň maximálnej sily v porovnaní s hodmi resp. kopmi (hod oštepom, baseballový nadvhod, kop vo futbale a pod.). Jarver (1973) odporúča pre hody neprekročiť hmotnosť štandardného náčinia o viac ako 5 %.

Sedláček et al. (2003) uvádzajú, že s veľkosťou záťaže do 5 % hmotnosti športovca (záťažové vesty) je možné vykonávať aj vlastnú športovú činnosť (hrať určitú časť zápasu vo volejbale, basketbale, vykonávať odrazové a imitačné cvičenia a pod.). Kampmiller (1996) aplikuje u šprintérov segmentové závažia umiestnené nad členok dolných končatín, o hmotnosti od 0,25 do 0,75 kg pri špeciálnych bežeckých cvičeniach a stupňovaných úsekoch do 60 až 100 m.

Cronin et al., (2008) uvádzajú u športovcov ($n = 10$, vek $19,9 \pm 2,2$ rokov) kinematické rozdiely v behu pri použití záťažových viest a ťahania odporových saní vo veľkosti 15 a 20 % z telesnej hmotnosti športovca.

Dintiman et al. (1998) odporúčajú nasledovné kategórie hmotnostných viest pre rýchlostný typ zaťaženia (Tabuľka 8).

Tabuľka 8
Zaťažovacie rýchlostné vesty Dintiman et al. (1998)

Vesta	Názov	Účel	Hmotnosť	
			Libra	Kg
Vesta I	Základná tréningová vesta	Rýchlostná vytrvalosť	1 – 20	0,514 – 10,28
Vesta II	Rýchlostno – vytrvalostná	Rýchlostná vytrvalosť	1 – 16	0,514 – 8,224
Vesta III	Rýchlostná vesta	Rýchlosť, výbušnosť	1 – 8	0,514 – 4,112

Bosco (1995) uvádza zlepšenie vertikálneho výskoku o 5 cm u športovkýň už po trojtýždňovom programe s hmotnostnými vestami. Športovkyne nosili vesty počas dňa vrátane praktických cvičení. Prvý týždeň hmotnosť vesty činila 8 % z telesnej hmotnosti, druhý týždeň 10 % a posledný týždeň 12 % z hmotnosti športovkyne.

Anderson (2003) sledoval pozitívny vplyv aplikácie lokálneho odporu (manžety na členkoch) a hmotnostnej vesty v šesťtýždňovom programe atlétov na Texas Tech University. Výsledky sa prejavili vo výbušnej sile dolných končatín (skok do diaľky z miesta, vertikálny výskok z miesta) a pri šprinte (beh na 40 yardov). Prvá skupina realizovala klasický silový tréning (3 x / týždeň), kým druhá vykonávala ten istý tréning plus plyometricky tréning so segmentovým odporom a hmotnostnou vestou (bezprostredne po klasickom silovom tréningu). Hmotnosť segmentového odporu bola 2,5 pd (1,136 kg) na každom členku a hmotnostnej vesty 10 – 12 % z telesnej hmotnosti probanda.

Zafeiridis et al. (2005) sledovali účinok ťahania odporových saní na prejavy bežeckej rýchlosti. V medziskupinovom experimente ($n_1 = 11$, $n_2 = 19$) realizovala jedna skupina tréning s odporovým ťahaním saní (5 kg), kým druhá skupina identický tréning bez odporu. Tréningový program pozostával z úsekov 4 x 20 m a 4 x 50 m maximálnou intezitou. Tento tréning bol aplikovaný 3 x / týždeň počas 8 týždňov. Autori uvádzajú štatisticky signifikatné zlepšenie rýchlosti v akceleračnej fáze u skupiny, ktorá aplikovala tréning s využitím odporu ($p < 0,01$). V skupine trénujúcej s odporom si všetci probandi zlepšili výsledný čas na úseku 0 - 10 m, kým na úseku 10 – 20 m si zlepšilo čas 9 z 11-tich probandov. Skupina trénujúca bez odporu nezlepšila výkon na uvedených úsekoch. Autori usudzujú, že dôvodom mohol byť

nedostatočný silový podnet v špecifickom tréningu. Signifikantné zmeny nastali taktiež vo zvýšení frekvencii krokov a znížení sklonu trupu u skupiny trénujúcej s odporom ($p < 0,05$). Naopak, skupina ktorá trénovala bez odporu, dosiahla signifikantné zvýšenie bežeckej rýchlosti na úseku 20 - 40 m ($p < 0,01$) 40 – 50 m ($p < 0,01$) a 20 - 50 m ($p < 0,05$), kde súčasne došlo k zvýšeniu dĺžky bežeckého kroku ($p < 0,05$). Skupina s ťahaním odporu nedosiahla signifikantné zmeny v týchto sledovaných úsekoch. Tento výsledok nekorešponduje s tvrdením Faccioniho (1994), ktorý uvádza, že odporové behy zvyšujú produkciu sily svalov bedrového a kolenného kĺbu, ktoré sa premietnu práve na dĺžke bežeckého kroku.

Haskisson (1993) uvádza, že cieľom akéhokoľvek špecifického odporového tréningu, vrátane ťahanie saní, padáku, je zlepšiť intra- a intermuskulárnu koordináciu a tým zvýšiť ako dĺžku kroku, tak jeho frekvenciu.

Možnosť využitia padáka ako prídavného odporu nemusí byť len pre použitie ťahania odporu upevneného na trupe športovca (Obrázok 16).

Saraslanidis (2000) uvádza názor, že jedna z najvhodnejších metód rešpektujúcich špecifický charakter zaťaženia pre šprintérov sú cvičenia, pri ktorých športovec ťahá za sebou prídavný odpor (špeciálne kovové sane, pneumatiku a pod.).

Avšak spomenutá metóda pri využití ťahania odporu nemusí byť zameraná len pre stimuláciu cyklických pohybov.



Obrázok 16

Príklad využitia prídavného odporu u oštepárov

Otázkou ťahania bremena za sebou je aj miesto jeho upnutia na tele športovca. Psotta et al. (2006) uvádza, že z hľadiska biomechaniky behu je vhodnejšie, aby

popruhy, ktorými športovec ťahá za sebou bremeno boli uchytené skôr v oblasti ramien, ako v oblasti pásu.

Morimoto et al. (2003) sledovali okamžitý efekt (*Accute Effect*) rýchlosti hodu u baseballových hráčov ($n = 9$), ktorí realizovali maximálne rýchle hody s rozličnými hmotnosťami lopty. Vo výskume sa používala štandardná 145 g baseballová lopta a o 10 % ťažšia resp. ľahšia lopta. Zvýšenie rýchlosti hodu nastalo po znížení hmotnosti lopty. Rýchlosť hodu bola signifikantne vyššia v porovnaní s ostatnými pokusmi ($p < 0,01$). Autori uvádzajú, že rýchlosť štandardnej lopty sa zvyšuje bezprostredne po odhodoch ľahšej lopty (o 10 %), ako je štandardná (145 g). To môže byť preto, že počas takýchto podmienok s ľahšou loptou v supramaximálnej rýchlosti sa aktivuje neuromuskulárny systém (Bompa, 1999a).

Pozitívny efekt použitia ťažšieho náčinia pri rozcvičení uvádzajú vo svojej metaanalytickej štúdií Escamilla et al. (2000) pri rozcvičení u baseballových hráčov. Zvýšenie rýchlosti nadohodu lopty sa pohybovalo v rozmedzí 5 – 10 %.

Nelson & Nosfinger (1965) porovnávajú pri hode rýchlosť flexie v lakt'ovom kĺbe pred a po záťaži v 4 odlišných zónach (bez zaťaženia, 15 %, 30 % a 45 % odporu z maximálnej sily pri flexii lakt'ového kĺbu). Výsledky ukázali, že nenastali signifikantné zmeny v rýchlosti flexie lakt'ového kĺbu, aj keď probandi pocítovali po zvýšenej záťaži vyššiu rýchlosť pohybu. Ich vsugerovanie tejto rýchlosti po zvýšenej záťaži označuje Cratty & Hutton (1964) pojmom „kinestetická ilúzia“.

Faigenbaum et al. (2006) sledovali okamžitý efekt rozcvičenia s doplnkovým odporom (hmotnostná vesta) u mladých športovkýň $n = 19$ (vek $15,3 \pm 1,2$ rokov, telesná výška $166,3 \pm 9,1$ cm a telesnej hmotnosti $61,6 \pm 10,4$ kg). Probandky realizovali 4 typy rozcvičenia: 1. statické, 2 – dynamické (9 cvičení), 3 – dynamické s odporom 2 % z telesnej hmotnosti, 4 - dynamické 6 % z telesnej hmotnosti. Štatisticky signifikantné rozdiely zistili napr. vo vertikálnom výskoku po dynamickom rozcvičení bez odporu a s 2 % odporom v porovnaní so statickým strečingom. Taktiež výsledok v skoku do diaľky z miesta bol signifikantne vyšší po rozcvičení s odporom o veľkosti 2 % z telesnej hmotnosti v porovnaní so statickým rozcvičením ($p < 0,05$). Avšak pri hode medicinbalom a šprintom na 10 yardov nezistili štatisticky signifikantné rozdiely.

Podobne Burkett et al. (2005) zistili signifikantné zlepšenie vertikálneho výskoku u futbalistov pri skokanskom rozcvičení s činkami (10 % z telesnej hmotnosti hráča)

o 2,7 % oproti rozcvičeniu bez doplnkového odporu, resp. rozcvičení statického charakteru, resp. bez rozcvičenia.

Psotta et al. (2006) uvádzajú použitie záťažových pásov upevnených na stehne, alebo nad členkom športovca ako jednu z možností pre stimuláciu maximálnej bežeckej rýchlosti pre hráčov futbalu, ktorá spôsobuje prebudovanie nervovosvalového vzorca pri šprintoch. Mierne zvýšenie hmotnosti dolných končatín podnecuje zvýšenie sily a výkonu v priebehu plyometrického cyklu svalovej práce. Použitie záťažových pásov (manžiet) o veľkosti 250 – 1000 g nad členkovým kĺbom sa javí ako menej výhodné v porovnaní s umiestnením na stehne hráča. Pri umiestnení nad členkom môže dôjsť k narušeniu skladania predkolenia k stehnu po odraze, čím sa zhorší realizácia následného švihového pohybu dolnej končatiny vpred. Taktiež toto relatívne navýšenie hmotnosti v oblasti členku v porovnaní s umiestnením na stehne môže spôsobiť zníženú frekvenciu kroku.

O výhodách a obmedzeniach aplikácie vonkajšieho doplnkového odporu k stimulácii maximálnej rýchlosti bežeckej lokomócie sa môžeme dočítať napr. v práci Jakalski (1998).

V metaanalytickej štúdií (11 štúdií) používania ťažšieho a ľahšieho náčinia v porovnaní so štandardným u baseballových hráčov upozorňujú Escamilla et al. (2000), že napriek tvrdeniu autorov o signifikantnom zvýšení rýchlosti hodu po intervencii (v 9 prípadoch) absentuje akékoľvek pozorovanie kinematických a kinetických ukazovateľov, ktoré by mohli popisovať zmeny pohybovej štruktúry účinkom používania náčinia neštandardnej hmotnosti, resp. objasniť veľkosť produkovanej sily ako aj ich momentov pri pohybovej činnosti.

V prieskume využívania metódy vonkajšieho doplnkového odporu v profesionálnej lige amerického futbalu (NFL) (Ebben & Blackard 2001), uviedli 17 tréneri z 26, že využívajú niektoré prostriedky pre zvýšenie stimulácie bežeckej rýchlosti (beh do svahu 1 – 5 °, ťahanie odporových saní, beh s ťahaním partnera na elastickej lane, beh po piesku, beh po plynkej vode, beh s padákom a pod.). Pätnásť trénerov uviedlo používanie prostriedkov s nadmaximálnou (supramaximálnou) rýchlosťou (beh dole svahom, beh s ťahom elastickej lana).

Isté možnosti použitia ťažšieho (z technologického hľadiska) náčinia v kolektívnych športových hrách prezentuje Ball (2008) v americkom futbale, ktorý zisťoval účinnosť použitia ťažších lôpt (nasiaknutých vodou) počas 4 týždňového obdobia na dosiahnutú dĺžku kopu u elitných austrálskych hráčov (n = 27). Limity

tejto štúdie spočívajú jednak v krátkom intervenčnom období (4 týždne) a pomerne nízkom zastúpení intervenčného podnetu (celkovo 51 kopov).

Používanie segmentových (lokálnych) odporov o veľkosti 0,25 – 1 % z telesnej hmotnosti športovca k stimulácii acyklickej rýchlosti (odrazu) u vrcholových skokanov do diaľky odporúča aj Homenkova (2000). Autorka odporúča v rámci stimulácie rýchlostno – silových schopností obmieňať cvičenia s vonkajším doplnkovým odporom a bez neho (metóda variabilného pôsobenia). Avšak v príspevku absentujú akékoľvek kvantitatívne resp. kvalitatívne informácie o ich použití a ich účinku pri ich užívaní.

Fell et al. (2001) sledovali účinok vonkajšieho odporu o veľkosti 0 %, 20 %, 30 % a 40 % z ORM pri drepe na zmeny vybraných parametrov pri vertikálnom výskoku z miesta. Zo zvyšujúcim sa odporom, rástla aj maximálna hodnota gradientu sily za časovú jednotku (RFD_{max}), štartová sila a impulz sily. Maximálny mechanický výkon bol dosiahnutý pri odpore 20 % z ORM (3 934 W), najnižší výkon pri odpore 40 % z ORM (3 851 W). Úroveň uvedených parametrov však nebola štatisticky signifikantná. Naopak pri zvyšovaní odporu došlo k signifikantnému zníženiu rýchlosti odrazu ($v_{0\%} = 2,387 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $v_{20\%} = 1,924 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $v_{30\%} = 1,725 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $v_{40\%} = 1,512 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Pokiaľ vezmeme do úvahy, že rýchlosť pohybu s doplnkovým odporom by nemala klesnúť o viac ako 10 % v porovnaní s rýchlosťou bez odporu (Jakalski, 1998), aj veľkosť odporu 20 % z ORM je vysoký (rozdiel medzi $v_{0\%}$ a $v_{20\%} = 19,40$ %).

Z hľadiska periodizácie tréningového procesu stimulácie silových schopností u mladých argentínskych futbalistov uvádzajú Ruprecht & Weineck (2005), že prípravné obdobie je zamerané na zväčšenie svalového prierezu (hypertrofiu svalového vlákna), hneď potom nasleduje zlepšenie intramuskulárnej koordinácie (metódou vysokej a najvyššej intenzity) a nakoniec sa kladie dôraz na zlepšenie intermuskulárnej koordinácie, ktorá zodpovedá špecifickým futbalovým pohybovým prejavom a trénuje sa celoročne pomocou špeciálnych hracích foriem a vysoko špecifických foriem cvičení. U mladých argentínskych futbalových hráčov pre stimuláciu výbušnej odrazovej sily uvádzajú použitie prídavného odporu vo forme pieskového vaku na chrbte hráča o veľkosti 15 kg.

Z uvedených poznatkov vyplýva, že používanie vonkajšieho doplnkového odporu je aktuálnym problémom metodológie športového tréningu pri stimulácii pohybových schopností. Avšak názory pri voľbe druhu odporu, jeho veľkosti, spôsobu a lokalite

umiestnenia u športovcov, ako aj čase ich používania v rámci ročného tréningového cyklu sa rozchádzajú. Taktiež neexistuje unifikovaný názor na vzťah veľkosti použitého odporu a možným narušením pohybovej štruktúry realizovanej pohybovej činnosti. Z rozboru literatúry vyplýva, že informácií z experimentálnych typov štúdií využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu na rozvoj acyklickej rýchlosti u vrcholových športovcov je minimálne množstvo. Výsledky nie sú jednoznačné a nie sú generalizované.

1.9 Strel'ba vo futbale

Jedným zo základných prvkov činnosti vo futbale je kop. Enoka (1994) definuje kop ako úderovú zručnosť, pri ktorej sa objekt dostáva do letovej fázy na základe kontaktu medzi nohou a objektom. V našej práci sa budeme podrobnejšie venovať kopu priamym priehlavkom. Ten sa používa najmä na dlhé a kolmé prihrávky a strel'bu zo všetkých vzdialeností. Jeho realizácia je prirodzená a plynule nadväzujúca na bežecký krok. Technika kopu je druh motorickej činnosti vo futbale, v ktorom hráč pôsobí silami svalovej slučky na loptu a udelí jej zrýchlenie v danom smere. Dochádza takto ku kontaktným silám, ktoré vo vzájomnej súčinnosti zaručujú rýchlosť a smer lopty (Enoka, 1994).

Strel'ba patrí medzi základné herné činnosti jednotlivca. Jej cieľom je usmernenie lopty do súperovej brány tak, aby ju brankár nedokázal zneškodniť (Navara et al., 1986). Technická stránka strel'by má byť čo najviac zautomatizovaná, stabilizovaná, ale na druhej strane súčasne veľmi prispôsobivá, premenlivá a pružná s ohľadom na špecifiká každej hernej činnosti. Realizácia strel'by v zápase je podmienená dispozičnými činiteľmi hráča (úroveň pohybových schopností a zručností) a situačnými činiteľmi (vonkajšie činitele, vypracovanie si vhodnej streleckej situácie).

Podľa Kačániho (2000) je strel'ba finálnou hernou činnosťou jednotlivca, ktorá rozhoduje o efektívnosti útočenia a výsledku zápasu. Parametre strel'by sa štruktúrou od prihrávania veľmi nelíšia. Rozdiel však spočíva v snahe kopnúť do lopty väčšou silou, ktorú podmieňuje veľkosť náprahu, rýchlosť švihu kopajúcej nohy, koordinácia a intenzita všetkých prípravných pohybov.

V súčasnej futbalovej hre sú podmienky na strel'bu veľmi ťažké, lebo hráč je pri strel'be pod neustálym časovým, priestorovým a osobným tlakom súpera. Z tohto

dôvodu sa výrazne znižuje jednak možnosť vypracovať si vhodnú situáciu na strelbu, jednak možnosť využiť takéto situácie (menší počet striel na bránu), a samozrejme aj celková produktivita strelby.

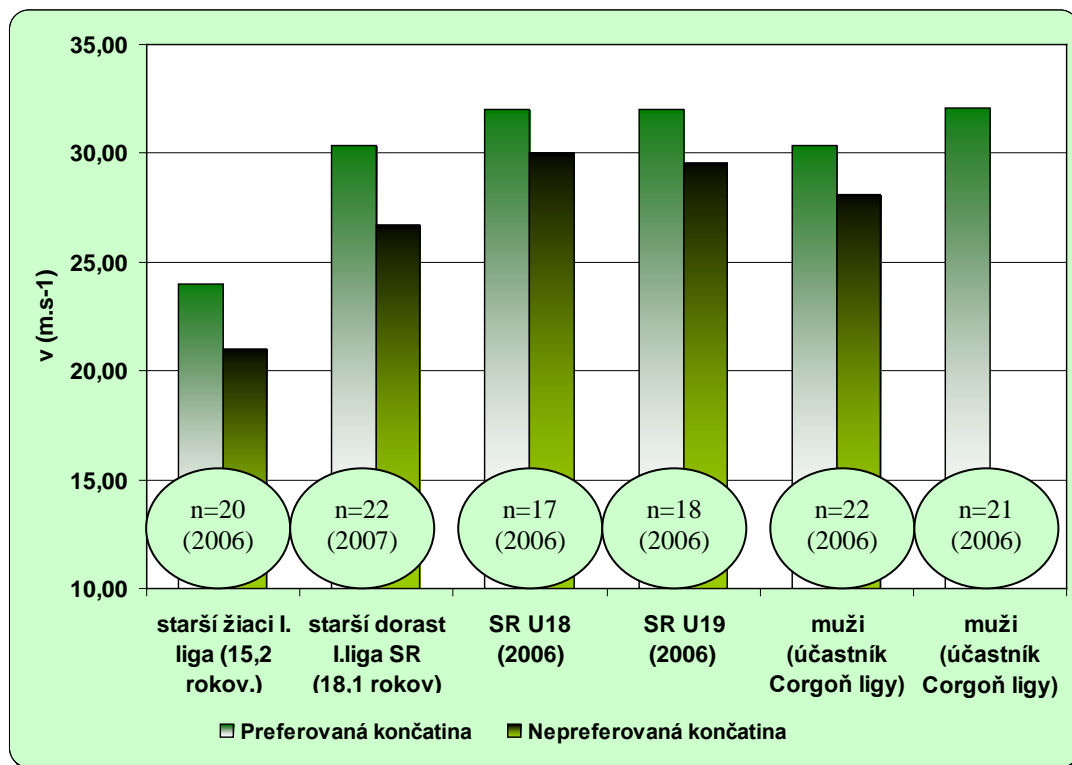
1.9.1 Rýchlosť strelby ako jeden zo sledovaných parametrov vo výskume futbalu

Prudkosť strelby sa vo futbale v poslednom období zvýšila, čoho dôkazom je napríklad vývojová tendencia rýchlosti lopty pri pokutovom kope (Bunc & Psotta, 2003). Podľa autorov sa v porovnaní s 80 a 90 rokmi eviduje v súčasnom elitnom európskom a juhoamerickom futbale vyššia rýchlosť lopty pri prevedení pokutového kopu (Obrázok 18), aj keď jeho úspešnosť zostáva približne rovnaká (70 - 80 %). Na MS 2002 bola zistená priemerná rýchlosť lopty pri pokutovom kope $31,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Rýchlosť a presnosť strelby sú hlavnými determinantmi jej úspešnosti. Podľa Navaru et al. (1986) je prvoradou požiadavkou na strelbu jej rýchlosť realizácie a okamžité využitie každej streleckej situácie. Z ďalších požiadaviek to je presnosť strelby, ktorá musí však mať zodpovedajúcu prudkosť. S rastúcou vzdialenosťou miesta strelby od brány sa zvyšujú aj požiadavky na jej prudkosť

Rýchlosť strelby sa zvyšuje aj v rámci vekových kategórií hráčov a líši sa taktiež v závislosti od použitia preferovanej resp. nepreferovanej končatiny (Malý, nepublikované data) (Obrázok 17).

Práve kopu 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, 2006a; Nunome et al., 2002; Nunome et al., 2006b a iní).



Obrázok 17

Porovnanie rýchlosti strelby priamym priehlavkom vybraných súborov (Malý, 2008)

Činitele ovplyvňujúce strelbu boli skúmané z rôznych hľadísk:

- technika strelby (Čchaidze, 1987; Lees & Nolan, 1998; Nunome et al., 2002),
- optimálny transfer sily medzi segmentmi (Plagenhof, 1971),
- rýchlosťou, uhlom rozbehu resp. vzdialenosťou rozbehu (Isokawa & Lees, 1988; Masuda et al., 2005; Opavsky, 1998),
- úroveň technických zručností hráča (Commetti, 2001; Kawamoto et al., 2007; Luhtanen, 1988),
- presnosti strelby (Lees & Nolan, 2002),
- pohlavie (Barfield, 1995; Barfield et al., 2002, Bowder et al., 1991),
- vek (Kollath, 1992; Narici et al., 1988),
- preferovanosť končatiny (Dörge et al., 2002; Nunome et al., 2006a),
- svalová sila a výbušnosť (Cabri et al., 1988; De Proft, 1988b),
- vzájomné charakteristiky chodidla a lopty pri údere (Bull-Andersen et al., 1999; Navara & Jelen, 1984; Nunome et al., 2006b; Shinkai et al., 2008),
- svalová únava (Apriantono et al., 2006; Kellis et al., 2006),

- časovanie „timingu“ kontaktu s loptou – statická vs. lopta v pohybe (Egan et al., 2007),
- vzťahy medzi hornou a dolnou polovicou tela (Shan & Westerhoff, 2005).

Je možné predpokladať vzťah medzi svalovou silou príslušných svalových skupín a rýchlosťou lopty. Narici et al. (1988) preukázali pozitívny vzťah medzi svalovou silou flexorov a extenzorov bedrového a kolenného kĺbu vo vzťahu k rýchlosti lopty. Cabri et al. (1988) zistili vysokú koreláciu medzi dĺžkou kopu a flexormi kolenného kĺbu ($r = 0,77$) resp. kolennými extenzormi ($r = 0,74$) a silou nameranou na izokinetickom dynamometri pri uhlovej rýchlosti $3,6 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Taktiež zistili signifikantný vzťah medzi dĺžkou kopu a silou flexorov svalov kolenného kĺbu ($r = 0,56$) a silou vyvinutou extenzormi bedrového kĺbu ($r = 0,56$). Pokiaľ je svalová sila vzťahovaná k výkonu pri kope, potom príslušný tréning by mal preukázať pozitívny vplyv na rýchlosť lopty, alebo dĺžku kopu (Lees & Nolan, 1998).

De Proft et al. (1988a) uvádzajú, že počas sezóny špecifický silový tréning zvýšil silu pri koncentrickej svalovej činnosti o 25 % a výkon v kope vyjadrený jeho dĺžkou sa zlepšil o 4 %. Korelačný vzťah medzi sledovanými parametrami sily a dĺžky kopu sa zvýšil na konci sezóny v porovnaní s hodnotou na jej začiatku.

Tieto skutočnosti naznačujú, že svalová sila je dôležitým činiteľom kvality kopu a môže byť rozvíjaná prostredníctvom vhodného tréningu aj počas súťažného obdobia. Je však potrebné poznamenať, že zlepšenie nebolo spôsobené len zlepšením svalovej sily, ale taktiež technickou stránkou kopu, čo pre športovú prax znamená, že pri rozvoji príslušných pohybových schopností je potrebné pokračovať v rozvíjaní taktiež neuromuskulárnej kontroly pohybu.

Naopak Masuda et al. (2005) nezistili štatisticky signifikantný vzťah medzi veľkosťou sily pri flexii resp. extenzii kolenného kĺbu vo vzťahu k rýchlosti lopty. Autori usudzujú, že sila flexorov a extenzorov kolenného kĺbu nemusí byť limitujúcim faktorom rýchlosti kopu. Rovnakého názoru je aj štúdia Saliba & Hrysomallis (2001), ktorí zistili nevýznamnú mieru asociácie medzi silou flexorov a extenzorov kolenného kĺbu s rýchlosťou kopu u austrálskych hráčov amerického futbalu, aj keď sila významne korelovala s výškou výskoku.

Kinematickými charakteristikami kopu u mladých nemeckých hráčov (C – juniorov, $n = 23$, 12 až 14 rokov) sa zaoberal Kollath (1992), ktorý zistil pri streľbe priamym priehlavkom rýchlosť lopty v rozsahu $15,8 - 25,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V porovnaní s D –

juniorami ($n = 29$, 10 - 12 rokov) dosiahli starší hráči vyššiu priemernú rýchlosť streľby o $3,2 \text{ m.s}^{-1}$ ($20,8 \pm 2,6 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $17,6 \pm 2,0 \text{ m.s}^{-1}$). Možnosťou ovplyvňovania rýchlostných schopností u mladých futbalistov je aktuálnou problematikou metodológie športového tréningu.

Nunome et al. (2006a) uvádzajú priemernú rýchlosť u preferovanej končatiny u 17 ročných japonských reprezentatnov $32,1 \pm 1,7 \text{ m.s}^{-1}$. Janura et al. (2000) uvádzajú priemernú rýchlosť preferovanej končatiny u prvotrigových dorastencov FC Baník Ostrava $27,68 \text{ m.s}^{-1}$.

V bundesligovom klube FC Bayern München zaznamenali najrýchlejšiu strelu u holandského útočníka Roya Makkaya – $33,89 \text{ m.s}^{-1}$ pred ďalšími Holanďanmi, Danielom Van Buytenom ($33,61 \text{ m.s}^{-1}$) a Markom van Bommelom ($33,33 \text{ m.s}^{-1}$), avšak metóda zisťovania rýchlosti streľby nie je spomenutá (Tvrdosť striel. In: Denník šport, 2006).

Kawamoto et al. (2007) nachádzajú signifikantný rozdiel v rýchlosti lopty po kope vnútorným priehlavkom medzi skúsenými a neskúsenými seniorskými hráčmi ($21,4 \pm 1,5 \text{ m.s}^{-1}$, vs. $16,0 \pm 1,0 \text{ m.s}^{-1}$). Tento rozdiel pripisujú veľkosti rozdielu momentu sily pri flexii bedrového kĺbu počas fázy zášvihu kopajúcej končatiny.

Rozdielom medzi rýchlosťou kopu priamym priehlavkom a vnútorným priehlavkom sa zaoberali Nunome et al. (2002). Výsledky štúdie preukázali štatisticky signifikantný rozdiel medzi spomenutými technikami realizovania kopu ($28,0 \pm 2,1 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $23,4 \pm 1,7 \text{ m.s}^{-1}$). Luhtanen (1988) uvádza u 10 – 17 ročných hráčov rýchlosť streľby od $15,0 - 22,0 \text{ m.s}^{-1}$.

Experimentálne typy štúdií, u ktorých bol aplikovaný špecializovaný tréning za účelom zlepšenia rýchlosti streľby u vrcholových hráčov je minimálne množstvo. Manolopoulos et al. (2006) sledovali účinok kombinovaného tréningu (silového a technického) u amatérskych hráčov. Počas 10 týždňového obdobia zaznamenali signifikantný nárast rýchlosti streľby u experimentálnej skupiny. Manolopoulos et al. (2004) sledovali u amatérskych hráčov ($n = 8$, vek $21,1 \pm 1,3$ rokov) účinok 8 týždňového silového tréningu (3 x / týždeň) na rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom. Po aplikácii intervenčného programu došlo k významnému nárastu maximálnej a relatívnej sily dolnej končatiny, ale taktiež k nárastu rýchlosti lopty, ako aj lineárnej a uhlovej rýchlosti sledovaných bodov na kopajúcej končatine.

Metóda s využitím vonkajšieho doplnkového odporu sa spája s aplikáciou najskôr v tretej fáze motorického učenia pohybovej zručnosti. Kop, ako základná herná zručnosť jednotlivca, sa osvojuje u hráčov pomerne zavčasu Lees & Nolan (1998). Bloomfield et al. (1979) uvádza, že v kategórii hráčov s priemerným vekom 11,2 rokov je dosiahnutých 80 % techniky realizácie kopu v porovnaní s dospelými hráčmi.

1.9.2 Fázy kopu priamym priehlavkom

Z biomechanického hľadiska možno porovnať nohu hráča s trojsústavovým ramenom, bok – koleno - priehlavok, ktoré náprahom získava energiu a nárazom ju odovzdáva lopte. V tomto pohybe môžeme rozlíšiť tri základné fázy: náprah, úder do lopty a dokončenie pohybu končatiny vykonávajúcej kop.

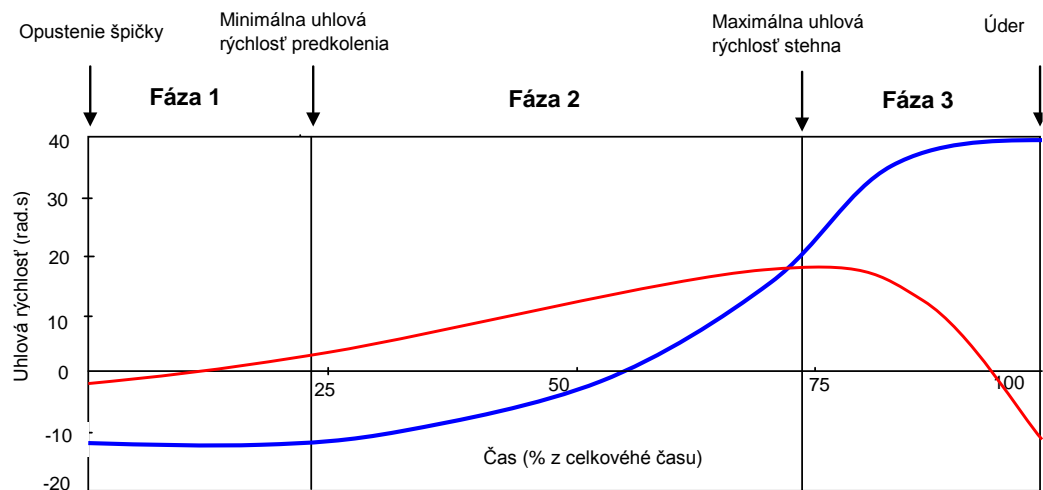
Tomuto zložitému balistickému pohybu, kopu do lopty, musí zodpovedať jemná a presná súhra príslušných svalových skupín, ktoré na kope participujú.

Adrian & Cooper (1995) uvádzajú nasledovné fázy pohybu pri kope priamym priehlavkom: rozbeh, príprava pred úderom (kopom), úder, pohyb tela po údere. Pohybový cyklus pri kope priamym priehlavkom podrobnejšie popisuje Zahálka (2007), ktorý ho rozdeľuje do niekoľkých fáz. Počas fázy rozbehu nadobúda hráč potrebnú kinetickú energiu. Pri rozbehu z dvojkroku je predposledný krok s došľapom na nohu realizujúcu kop podobný bežeckému kroku. Avšak posledný krok je podstatne dlhší, pričom dochádza k dlhšej letovej fáze (odraz, let a dopad posledného kroku rozbehu) a je zakončený došľapom oporovej nohy k lopte. Nasleduje fáza formovania polohy tela pre náprah a realizáciu pohybu švihovej končatiny. Počas tejto fázy, dochádza k vytočeniu trupu za pomoci horných končatín do protipohybu dolných končatín. Počas došľapu sú boky hráča vytočené smerom k došľapujúcej nohe, kým ramená sú v opačnej polohe (Obrázok 18). Po došľape dochádza k rotácii ramien a s tým súvisiacim rotačným pohybom bokov. Počas letovej fázy posledného kroku a počas došľapu dochádza k formovaniu kopajúcej dolnej končatiny, ktorá realizuje maximálny náprah a v čase oporovej fázy opačnej končatiny, je zahájená fáza švihu, ktorá je zakončená kontaktom s loptou. Správna poloha nohy pri došľape a následne pri kontakte s loptou je výsledkom činnosti celého tela počas oporovej fázy posledného kroku nohy, ktorá bude realizovať kop.



Obrázok 18

Vytočenie ramien (trupu) vzhľadom k bokom pri došľape oporovej nohy k lopte

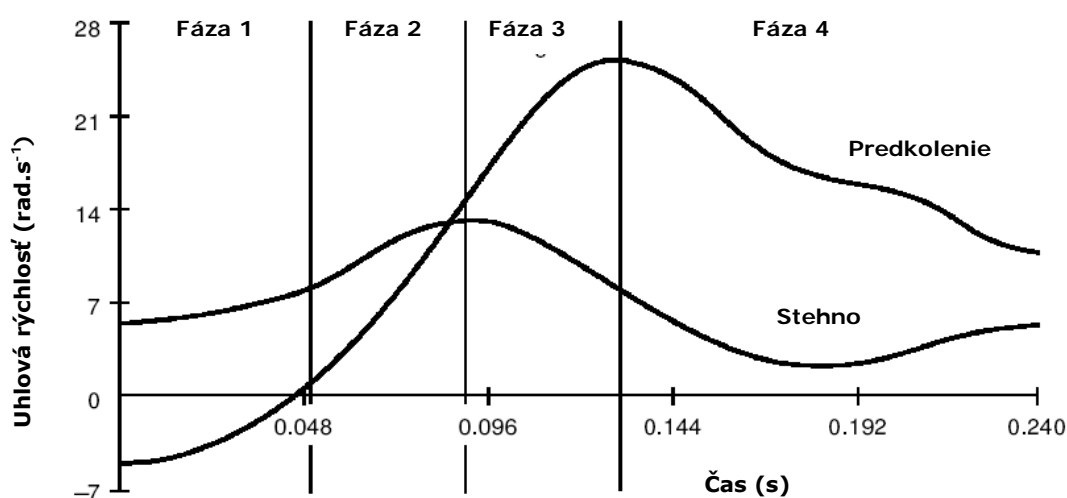


Obrázok 19

Zobrazenie troch fáz kopu na základe pohybu typických segmentov dolnej končatiny (Nunome et al., 2006a)

Prípravnú fázu pred úderom popisujú podrobnejšie Nunome et al. (2006a), ktorí uvádzajú pre túto periódu tri fázy podľa pohybu typických segmentov pri kope (Obrázok 19). Prvá fáza začína opustením špičky kopajúcej nohy od povrchu a končí keď predkolenie dosiahne minimálnu uhlovú rýchlosť, čím začína druhá fáza kopu. Tá končí v momente, keď stehno dosiahne maximálnu uhlovú rýchlosť. Následne prebieha tretia fáza, ktorá je zakončená úderom nohy do lopty. Samotný úder (čas kontaktu) trvá pri kope priamym priehlavkom približne 12 ms (Asami & Nolte, 1983).

Wickstrom (1975) uvádza pri kope 4 fázy: (1) pohyb stehna a predkolenia smerom vzad počas zášvihy, (2) rotácia stehna a predkolenia vpred, čo je výsledkom flexie v bedrovom kĺbe, (3) zníženie uhlovej rýchlosti stehna, čo odpovedá zvýšeniu uhlovej rýchlosti predkolenia až do okamihu kontaktu s loptou, (4) pohyb po údere do lopty (Obrázok 20). Na obrázku 20 môžeme pozorovať, že počas druhej fázy zvyšujú uhlovú rýchlosť ako stehno, tak predkolenie. Ukazuje sa, že energia pre takýto vzostup uhlovej rýchlosti je produkovaná najmä svalmi v oblasti bedrového kĺbu a stehna. V tretej fáze pred úderom ďalej narastá uhlová rýchlosť predkolenia za súčasného zníženia uhlovej rýchlosti stehna. Zmena energie medzi oboma segmentmi ovplyvňuje vzájomné uhlové rýchlosti. Veľká uhlová rýchlosť predkolenia spôsobuje vysokú rýchlosť nohy, čo je dôležité pre „dobré zasiahnutie lopty“. Avšak pre dosiahnutie vysokej rýchlosti nohy musí byť akumulovaná energia získaná zo skoršej fázy pohybu.



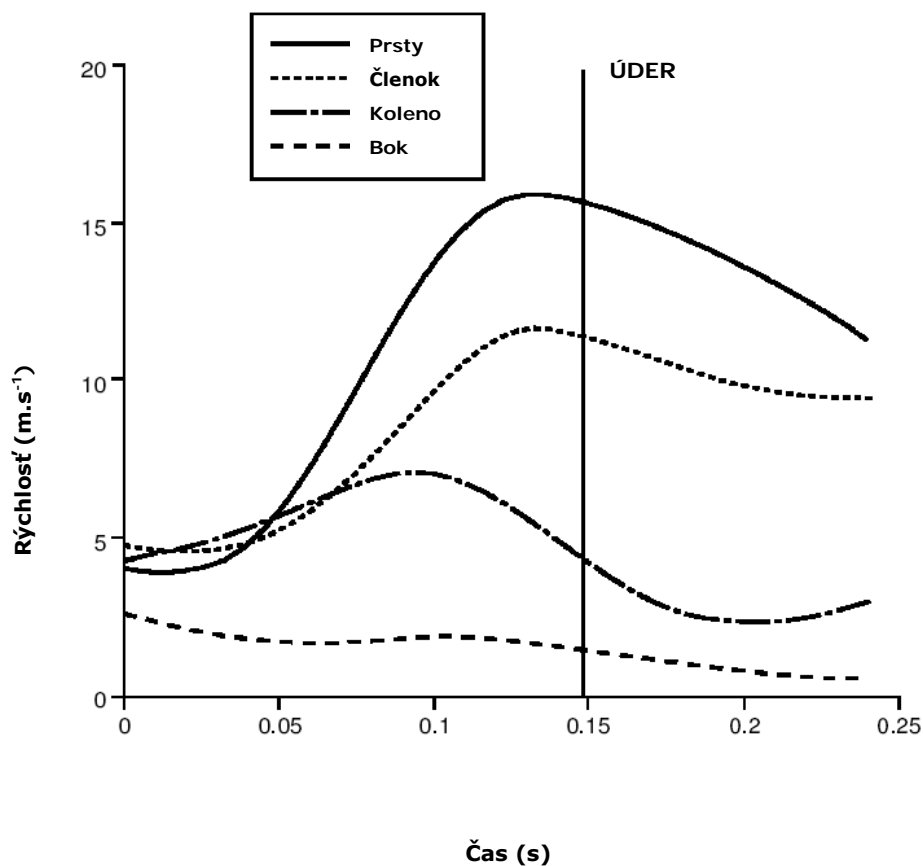
Obrázok 20

Priebeh uhlovej rýchlosti stehna a predkolenia počas kopu (Lees & Nolan, 1998)

Približne polovica celkovej uhlovej rýchlosti je získaná počas druhej fázy kopu a ďalší nárast rýchlosti je výsledkom transferu rýchlosti zo stehna na predkolenie počas tretej fázy kopu. Preto rozsah pohybu v bedrovom a kolennom kĺbe, ako aj svalová sila vyprodukovaná v druhej fáze kopu, podmieňujú maximálnu rýchlosť nohy pri údere (Lees & Nolan, 1998).

Čas švihu vyjadruje Luhtanen (1994) ako čas od dotyku oporovej končatiny na zemi po úder kopajúcej končatiny. Ten trvá približne 0,13 až 0,15 s. To korešponduje s dvoma typmi kopu priamym prihlavkom na základe kritéria dĺžky „zášvihu“ (Isokawa & Lees, 1988):

- a) použitie *veľkého zášvihu* kopajúcej končatiny, čo predlžuje celkový čas kopu,
- b) použitie *malého zášvihu*, čím dochádza ku skráteniu času kopu.



Obrázok 21

Zobrazenie rýchlostí vybraných segmentov dolnej končatiny pri kope (Isokawa & Lees, 1988)

Maximálna rýchlosť predkolenia je približne 9 ms pred úderom (Luhtanen, 1994). Isokawa & Lees (1988) uvádzajú, že rýchlosť kolena dosahuje maximálne hodnoty medzi 40 a 70 ms po maximálnej rýchlosti boku. Maximálna rýchlosť členka a prstov je dosiahnutá pred úderom a to medzi 40 - 50 ms po maximálnej rýchlosti kolena (Obrázok 21).

1.10 Syntéza teoretickej časti a stanovenie výskumného problému

Pre dosiahnutie vysokej acyklickej rýchlosti je potrebné dosiahnuť vysokú rýchlosť kontrakcie príslušných svalových skupín. Z prehľadu literatúry a z vlastnej športovej praxe sa zdá, že pre rozvoj acyklickej rýchlosti je vhodné používať metódu vonkajšieho doplnkového odporu. Taktiež z prehľadu poznatkov vyplýva, že názory na voľbu, druh, veľkosť odporu, spôsob (miesto) uchytenia, voľba jeho použitia v rámci periodizácie tréningového procesu, sú nejednoznačné. Za najväčší problém považujeme správny výber odporu (druh odporu - hmotnosť tela, náčinia, záťažové opasky, vesty, manžety, lokomócia do kopca, proti vetru a podobne) a stanovenie jeho veľkosti, ktorá je dôležitá z dvoch hľadísk:

- dostatočne veľký odpor, ktorý spôsobí nadprahový adaptačný podnet
- stanovenie veľkosti odporu, ktorý nenaruší pohybový vzorec realizovanej pohybovej činnosti.

Ukazuje sa, že stanovenie veľkosti odporu sa v športovej praxi realizuje niekoľkými spôsobmi:

- 1) posúdením poklesu rýchlosti realizovaného pohybu s odporom vo vzťahu k rýchlosti pohybu bez odporu. Literatúra uvádza vhodný odpor v rozmedzí poklesu rýchlosti od 10 – 50 %, čo je veľmi široký interval,
- 2) stanovenie veľkosti odporu z jednorázového opakovacieho maxima príslušného resp. podobného pohybu. Pre stimuláciu výbušnej sily sa odporúča odpor do veľkosti 30 % jednorázového opakovacieho maxima. Je však sporné stanovenie veľkosti odporu pre pohyb acyklického charakteru, nakoľko väčšina odporov je odvodená zo „základných“ pohybov (tlak s veľkou činkou na lavičke, drep s činkou na ramenách a pod.),

- 3) stanovenie veľkosti odporu na základe vyvinutej maximálnej sily pri izometrickej kontrakcii príslušných svalových skupín. V literatúre sa objavujú odporúčané hodnoty v intervaloch od 10 – 40 % z maximálnej izometrickej sily,
- 4) zvýšením hmotnosti súťažného náčinia. V literatúre sa objavujú odporúčania v intervaloch 5 – 20 % zvýšenie súťažného náčinia. Záleží na samotnej športovej disciplíne a technologických možnostiach zvýšenia odporu na náčiní,
- 5) stanovením veľkosti vonkajšieho odporu vzhľadom k telesnej hmotnosti športovca. Pri tomto spôsobe sme sa stretli s intervalom odporu od 0,25 – 12 %. Výhodou takto stanoveného odporu je diferenciácia jeho veľkosti vzhľadom k telesnej hmotnosti športovca.
- 6) paušálne stanovený odpor, odborným (expertným) posúdením. Tento spôsob je v praxi najčastejší, aj keď podľa nášho názoru najmenej vhodný.

Rýchlostné zaťaženie s využitím doplnkového odporu v špecifických podmienkach sa zdá byť vhodnou kombináciou pre rozvoj rýchlostných schopností. Ďalšou otázkou je frekvencia použitia vonkajšieho doplnkového odporu a to ako v tréningovej jednotke, tak v rámci mikrocyklov športovej prípravy. Pri používaní plyometrickej metódy a metódy variabilného pôsobenia nastáva otázka efektu ich vzájomnej kombinácie.

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 časovo – priestorovým zmenám pohybovej činnosti (techniky)?
- Aké sú možnosti aplikácie tejto metódy v kontexte periodizačných období ročného tréningového cyklu?

Odpovede na uvedené otázky je nutné zisťovať pre potreby športovej praxe najmä u disciplín, u ktorých je športový výkon (resp. pohybová činnosť) závislý na úrovni rýchlostných, resp. rýchlostno – silových schopností.

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 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.

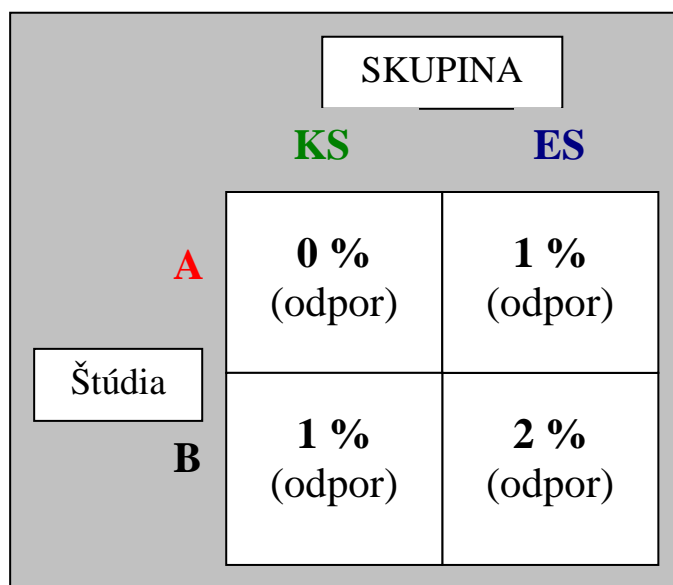
V rámci vybraných futbalových družstiev sme randomizačnou procedúrou (žrebovaním do skupín) rozdelili základný súbor na experimentálnu a kontrolnú skupinu s rovnakou početnosťou probandov. Z pôvodného počtu 24 probandov (pre obe štúdie) nám zostalo konečných 17 hráčov. Dôvody zníženia pôvodného počtu hráčov boli: 2 hráči sa nezúčastnili výstupného merania kvôli reprezentačným povinnostiam, 4 hráči počas doby intervencie zmenili klubové pôsobisko a 1 hráč vynechal 3 mikrocykly z dôvodu zranenia.

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

pôsobiacého 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 (Obrázok 22, Tabuľka 9).



Legenda: KS – kontrolná skupina, ES – experimentálna skupina

	Design				Očakávaná odpoveď
					(Rýchlosť lopty po streľbe)
Štúdia A:	R _{A0%}	O ₁	T _(0%)	O ₂	0
	R _{A1%}	O ₁	T _(1%)	O ₂	1
Štúdia B:	R _{B1%}	O ₁	T _(1%)	O ₂	1
	R _{B2%}	O ₁	T _(2%)	O ₂	1

R – náhodné rozdelenie do skupín (Random)

O – pozorovanie – testovanie (Observation)

T – intervenčné obdobie (Treatment)

Obrázok 22

Schéma experimentálneho designu

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. Maximálna rýchlosť lopty po streľbe hráča, rýchlosť sledovaných povrchových bodov reprezentujúcich anatomické body človeka, uhlové a dĺžkové charakteristiky realizovanej pohybovej činnosti, budú závisle premennými nášho výskumu.

K preukázaniu kauzálneho vzťahu medzi podnetom (hladiny faktoru) a reakciou (vyvolanou zmenou faktorového efektu) sme aplikovali u oboch štúdií Millove kauzálne pravidlo jediného rozdielu (Kovař & Blahuš, 1971).

Tabuľka 9

Schéma jednofaktorového experimentu s využitím pravidla jediného rozdielu

Skupina trénujúca s odporom ($SK_{A1\%}$)	Skupina trénujúca bez odporu ($SK_{A0\%}$)
Tréning s prídavným odporom ($X1 + \Delta X1$)	Tréning bez odporu ($X1$)
Objem zaťaženia ($X2$)	Objem zaťaženia ($X2$)
Intenzita zaťaženia ($X3$)	Intenzita zaťaženia ($X3$)
Frekvencia zaťaženia ($X4$)	Frekvencia zaťaženia ($X4$)
Zložitosť zaťaženia ($X5$)	Zložitosť zaťaženia ($X5$)
Kvalifikácia trénera ($X6$)	Kvalifikácia trénera ($X6$)
Podmienky regenerácie ($X7$)	Podmienky regenerácie ($X7$)
.... (X_w) (X_w)
Acyklická rýchlosť + benefit ($Y1 + \Delta Y1$)	Acyklická rýchlosť ($Y1$)

Legenda: X – experimentálny faktor + kovariačné premenné, Y – efektové premenné

Z časového hľadiska sme sa pokúsili zachytiť ako synchronný, tak asynchronný vzťah medzi premennými. Synchronný vzťah nás zaujímal z hľadiska homogenity súborov po ich randomizovanom rozdelení do skupín. Asynchronným vzťahom sme sledovali účinnosť dávky experimentálneho faktoru na efektovú premennú.

3.2.3 Stanovenie výskumnej situácie

Štúdia „A“:

$$(V_{KS}, S_0) t_0 \longrightarrow P_{0\%} \Delta t_1 \longrightarrow (V_{KS}, S_1) t_1$$

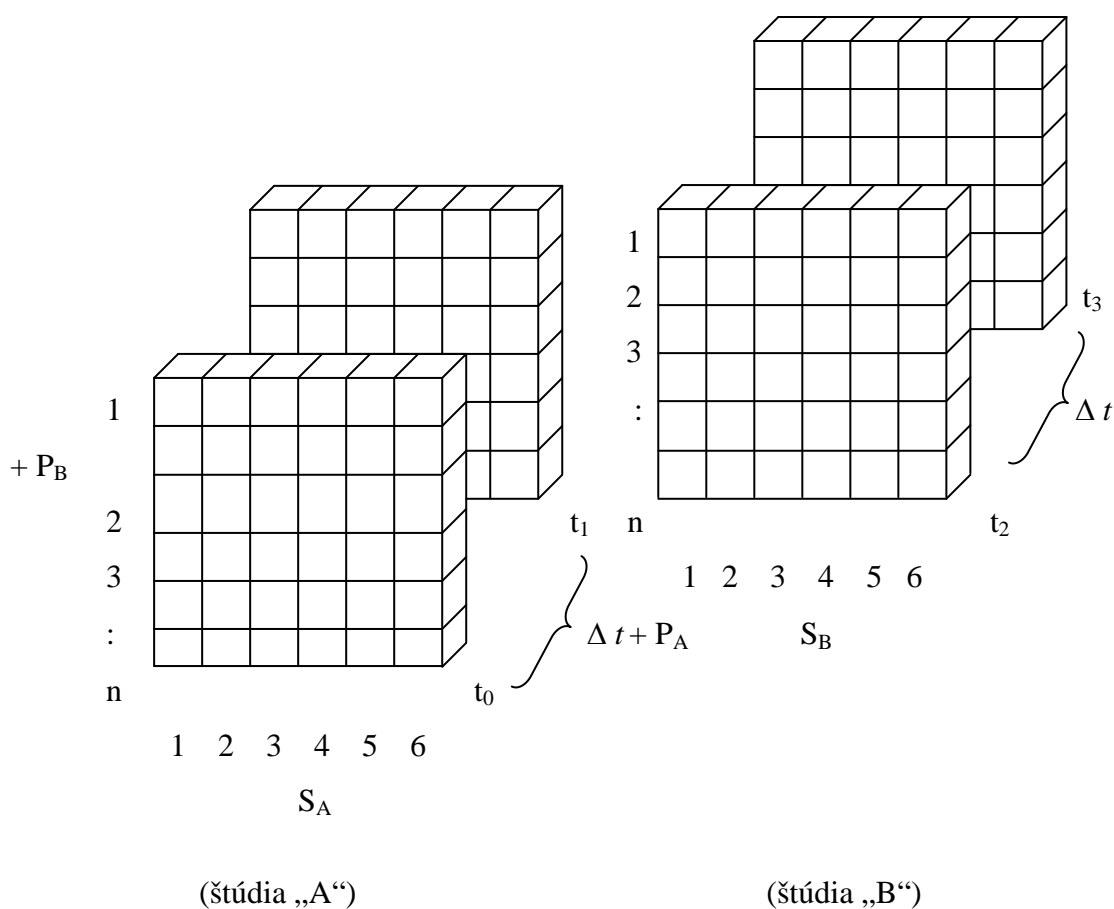
$$(V_{ES}, S_0) t_0 \longrightarrow P_{1\%} \Delta t_1 \longrightarrow (V_{ES1}, S_1) t_1$$

Štúdia „B“:

$$(V_{KS}, S_0) t_2 \longrightarrow P_{1\%} \Delta t_2 \longrightarrow (V_{KS}, S_1) t_3$$

$$(V_{ES}, S_0) t_2 \longrightarrow P_{2\%} \Delta t_2 \longrightarrow (V_{ES}, S_1) t_3$$

V - výskumný súbor príslušnej štúdie, S_0 - stav (úroveň) sledovanej závislej premennej na začiatku výskumu, $P_{0\%}$, $P_{1\%}$, $P_{2\%} \Delta t$ - podnety s príslušnou hladinou experimentálneho faktoru počas doby intervencie, t_0 - čas vstupného merania v štúdiu A, t_1 - čas výstupného merania v štúdiu A, t_2 - čas vstupného merania v štúdiu B, t_3 - čas výstupného merania v štúdiu B, S_1 - stav (úroveň) sledovanej závislej premennej na konci výskumu, KS - kontrolná skupina, ES - experimentálna skupina



Obrázok 23

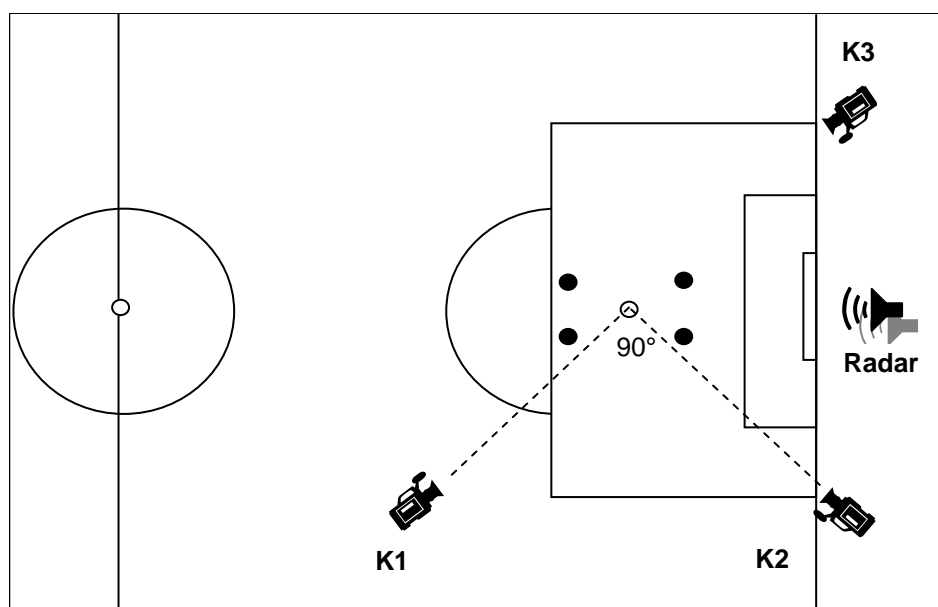
Model empirického výskumu

3.3 Metódy získavania výskumných údajov

Z ďalších metód sa bude jednať prevažne o metódy testovania a diagnostiky, pomocou ktorých budeme zisťovať 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 snímání boli použité 3 digitálne videokamery formátu miniDV s ohniskovou vzdialenosťou 30 mm, veľkosťou pixelov 16 μm , zobrazovacím poľom 720 x 565 pixelov a frekvenciu snímání 50 poľsnímokov za sekundu. Kamery snímali priestor v šírke záberu cca 10 m. Rozmiestnenie kamier pre zaznamenanie pohybovej činnosti hráča uvádzame na obrázku 24.



Obrázok 24

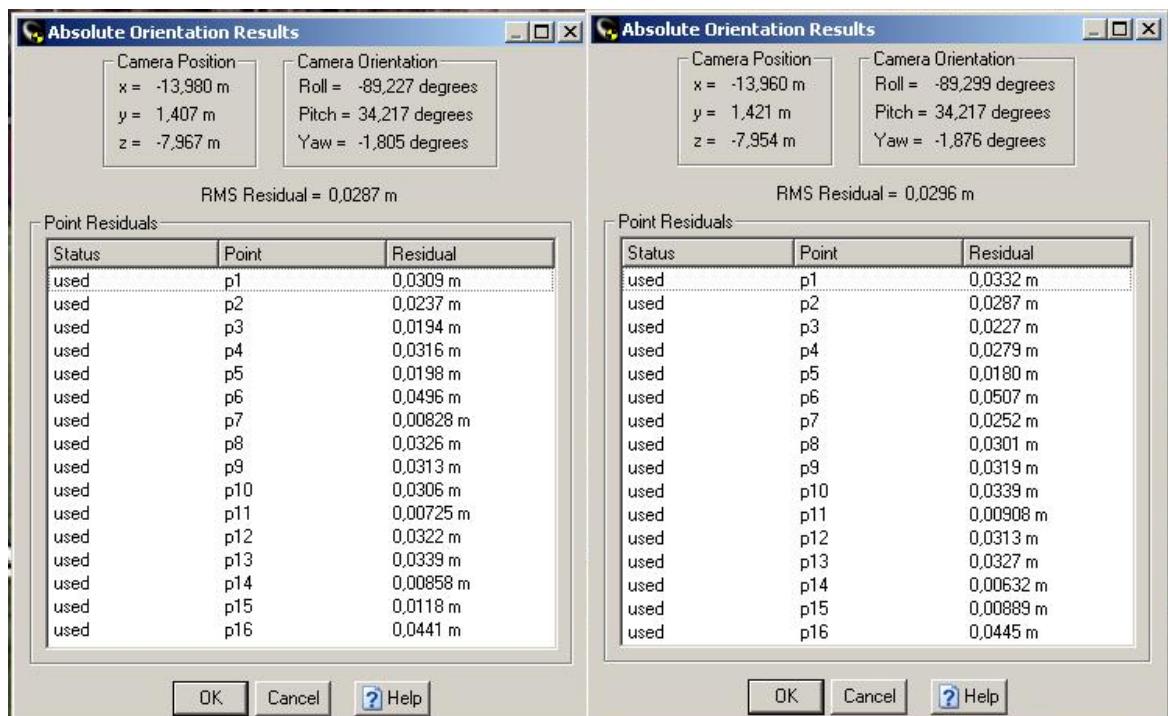
Umiestnenie kamier pre zabezpečenie videozáznamu a radarového zariadenia



Obrázok 25

Zobrazenie kalibrácie pomocou 2 kalibračných kvádrov pre 3D kinematickú analýzu (kamera č. 1)

Snímaný priestor bol kalibrovaný pomocou kalibračných kvádrov o celkovej veľkosti 1 m x 1 m x 1 m (Obrázok 25).



(a)

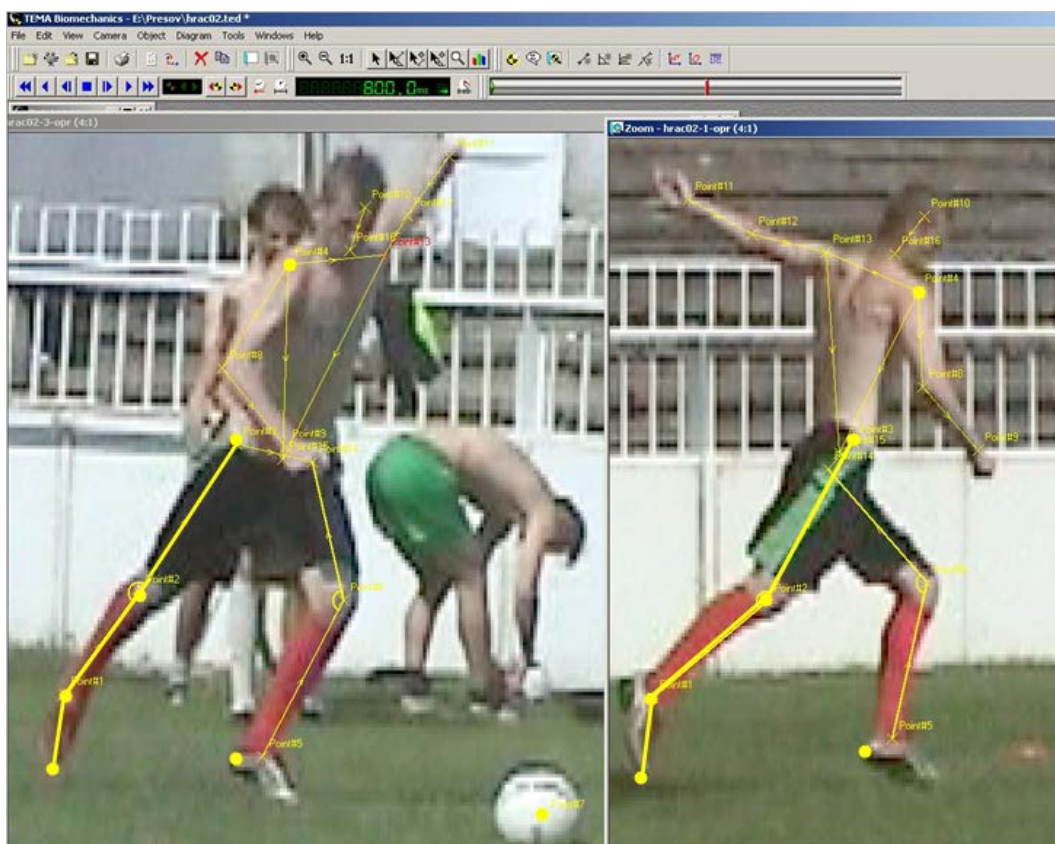
(b)

Obrázok 26

Chyba rekonštrukcie pre 3D kinematickú analýzu, 16 kalibračných bodov (kamera č. 1 – (a), kamera č. 2 – (b))

Nasnímané videozáznamy boli spracované pomocou programu *Adobe Premiere Pro 11.5* a následne boli spracované pomocou programu pre video analýzu *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. Pre vyjadrenie presnosti výpočtu priestorových súradníc boli kalibračné body spätne použité do transformácie *DLT* a boli vyjadrené ako rozdiely medzi teoretickými a vypočítanými súradnicami kalibračných bodov kalibračného kváдру. Z obrázku 26 vyplýva, že chyba rekonštrukcie z kamier bola v rozmedzí od 0,0287 m do 0,0296 m. Pri sledovanej veľkosti snímaného záberu cca. 10 m vyplýva, že chyba rekonštrukcie nášho výskumu je 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 (Obrázok 27).



Obrázok 27

Príklad označenia vybraných segmentov u futbalistu pri kope priamym priehlavkom

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.

Digitalizáciu videozáznamu sme realizovali pomocou software Adobe Premiere Pro 11.5. Samotná analýza bola potom realizovaná v softwarovom vybavení TEMA Biomechanica verzia 2.3.

Pomocou tejto metódy sme sledovali nasledovné parametre (závislé premenné):

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 (Obrázok 28). Radar pracuje na báze ultrakrátkych vln 33,4 - 36,0 GHz, s rozsahom merania 2,22 –

133,33 m.s⁻¹ a s presnosťou 0,03 m.s⁻¹. Examinátor stál s radarom za bránou, do ktorej hráči realizovali kop maximálnym úsilím (Obrázok 24).



Obrázok 28

Radarový prístroj na meranie rýchlosti letu lopty (STALKER ATS)

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 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). Za bránou stal examinátor s radarovým prístrojom a digitálnou kamerou, ktorá slúžila ako záznamové médium pre zaznamenanie maximálnej hodnoty (peak velocity) rýchlosti lopty. Zo získaných hodnôt sme pre výslednú analýzu použili kop s dosiahnutou maximálnou rýchlosťou lopty.

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 (*Fédération Internationale de Football Association*).

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). Ďalšie parametre uvádzame v tabuľke 10.

Tabuľka 10

Vybrané ukazovatele kvality diagnostiky pre zisťovanie rýchlosti lopty pomocou radaru

Futbal	S_{δ}	Δ_{\max}	$(x_a - x_b)_{\text{krit}}$
Rýchlosť lopty ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0,45	0,9	1,26

Legenda: S_{δ} - stredná diagnostická chyba testu
 Δ_{\max} - približná medzná chyba testovania
 $(x_a - x_b)_{\text{krit}}$ - kritický rozdiel dvoch hodnôt

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 pre merania rýchlosti pomocou radaru STALKER ATS (metódou opakovania) $r = 0,96$.

3. 4 Charakteristika experimentálneho činiteľa a špecifiká intervenčného programu

V experimentálnom súbore v štúdiu „A“ ($ES_{A1\%}$) 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 ($KS_{A0\%}$) 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 (strelba 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 odtrénovaných 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).

Podrobnejší popis štruktúry tréningového plánu (štúdia „A“) uvádzame v časti prílohy (Obrázok 41 - 47).

3.5 Limity výskumu

Napriek snahe vyhnúť sa resp. predísť rôznym subjektívnym a objektívnym činiteľom limitujúcich možnosti zovšeobecnenia a generalizovania našich poznatkov sme sa nevyhli niektorým obmedzeniam.

Jednou z limit našej štúdie je pomerne nízky počet probandov. Vyšší počet hráčov nebol možný z niekoľkých dôvodov: neochota trénera realizovať intervenciu (konzervatívny prístup), veľká fluktuácia hráčov počas zimného prípravného obdobia, zranenia hráčov, počiatočný negatívny prístup hráčov k intervencii, reprezentačný zraz hráčov, obtiažnosť sa „inkorporovať“ medzi profesionálnych hráčov futbalu.

Z hľadiska diagnostiky bolo použité snímacie zariadenie s frekvenciou 50 Hz (50 polsnímkov za sekundu) čo napr. v prípade snahy sledovať kontaktný čas (čas úderu), naším zariadením nebolo možné dostatočne presne získať tento údaj.

Z metodologického hľadiska bolo nemožné realizovať náhodný reprezentatívny výber zo základného súboru. Taktiež je nemožné abstrahovať a regulovať dôsledky rôznych potencionálnych faktorov a kovariačných premenných (úroveň motivácie hráčov, subjektívne vnímanie úrovne intenzity cvičení pri realizácii intervenčného programu, špecifikácia hráčskych funkcií a pod.). Verifikácia kauzality by si vyžadovala podrobnejšiu analýzu medzi pozorovanými objektmi (časové hľadisko, viachladinové dávkovanie faktorov, lepšiu izolovanosť sústavy objektov a pod.).

Avšak ani u viacfaktorového experimentu s viacerými premennými nemôžeme postihnúť všetky potencionálne faktory a kovariačné premenné, nie ešte ich kombinácie (Blahuš, 1996).

3.6 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_{δ}), čo predstavuje $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Štatistické charakteristiky sme spracovali pomocou štatistického softwaru SPSS 15.0.

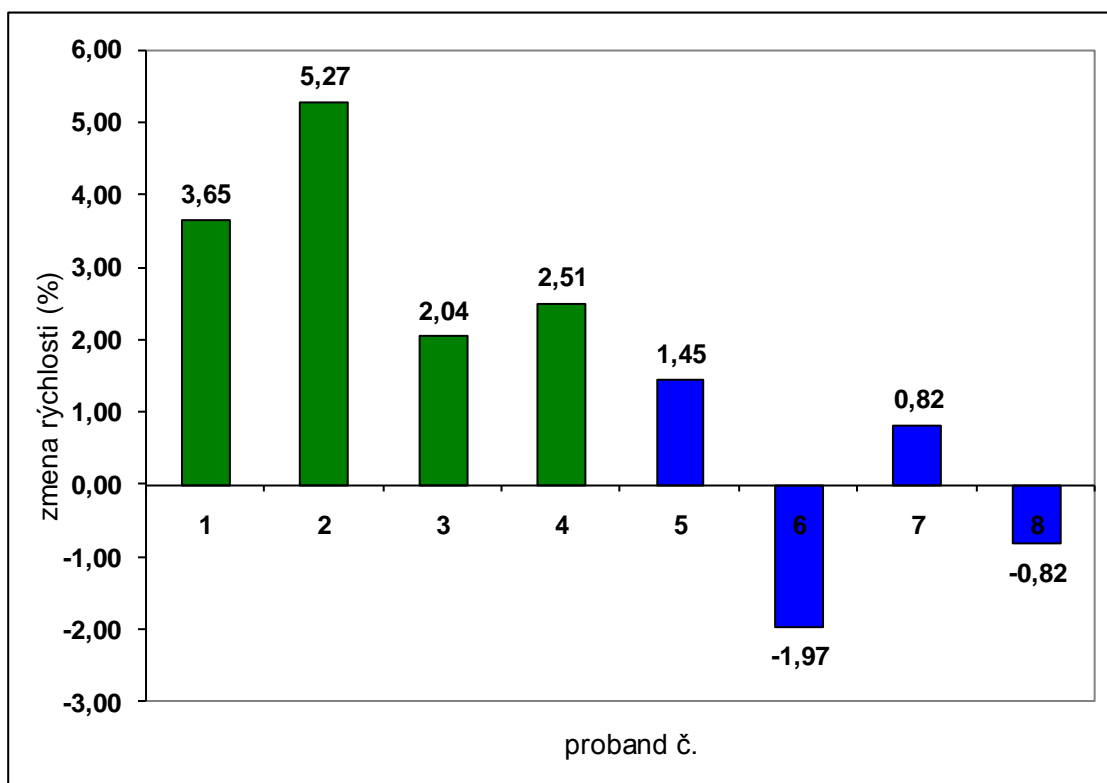
4 VÝSLEDKY VÝSKUMU

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 29). 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 29

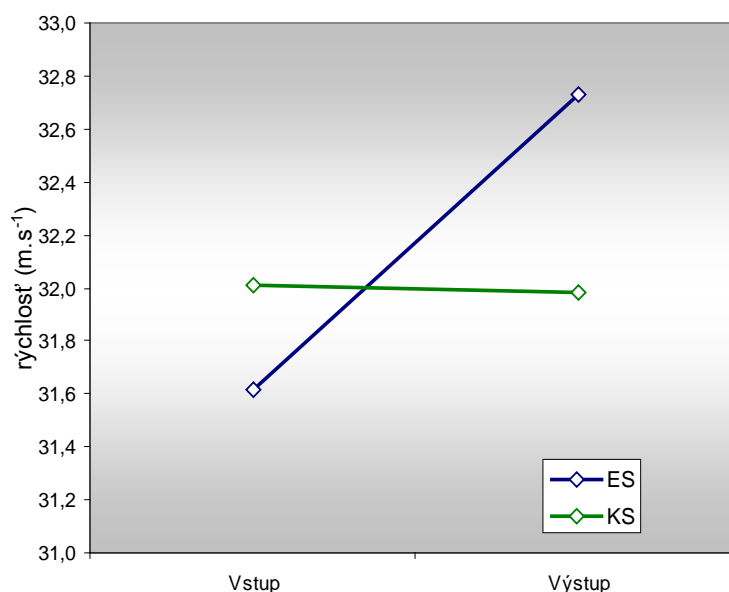
Percentuálne vyjadrenie zmien rýchlosti lopty pri vstupnom a výstupnom meraní

(■ - experimentálna skupina ($ES_{A1\%}$), ■ - kontrolná skupina ($KS_{A0\%}$))

Rýchlosť lopty po streľbe priamym priehlavkom sa zvýšila u experimentálnej skupiny ($ES_{A1\%}$) z pretestových hodnôt ($M_1 = 31,62 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,69 \text{ m.s}^{-1}$) na úroveň posttestových ($M_2 = 32,73 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,88 \text{ m.s}^{-1}$), $F_{(1,6)} = 18,62$; $p < 0,01$ (Tabuľka 11, 12, Obrázok 30). Tento nárast predstavuje 3,39 % ($1,11 \text{ m.s}^{-1}$). 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 ($1,11 \text{ m.s}^{-1}$) ako dvojnásobok strednej diagnostickej chyby testu ($0,90 \text{ m.s}^{-1}$).

Rýchlosť lopty u kontrolnej skupiny ($KS_{A0\%}$) nepreukázala zmeny pretestových hodnôt ($M_1 = 32,01 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,69 \text{ m.s}^{-1}$) v porovnaní s posttestovými ($M_2 = 31,99 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,88 \text{ m.s}^{-1}$), $F_{(1,6)} = 0,01$; $p = 0,926$ (Tabuľka 12, 13).

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.



Obrázok 30

Efekt intervencie na zmenu maximálnej rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom

Tabuľka 11

Deskriptívna štatistika rýchlosti lopty ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) po kope u výskumných skupín

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

Tabuľka 12

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

Skupina	F	Sig.
ES _{A1%}	18,617	0,005
KS _{A0%}	0,009	0,926

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 13). 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 13

Výsledky vnútroskupinových efektov úrovne rýchlosti lopty

Parameter / Faktor	Typ súčtov		Priemerné			
	štvorcov III	s.v.	štvorce	F	Sig.	η^2
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			

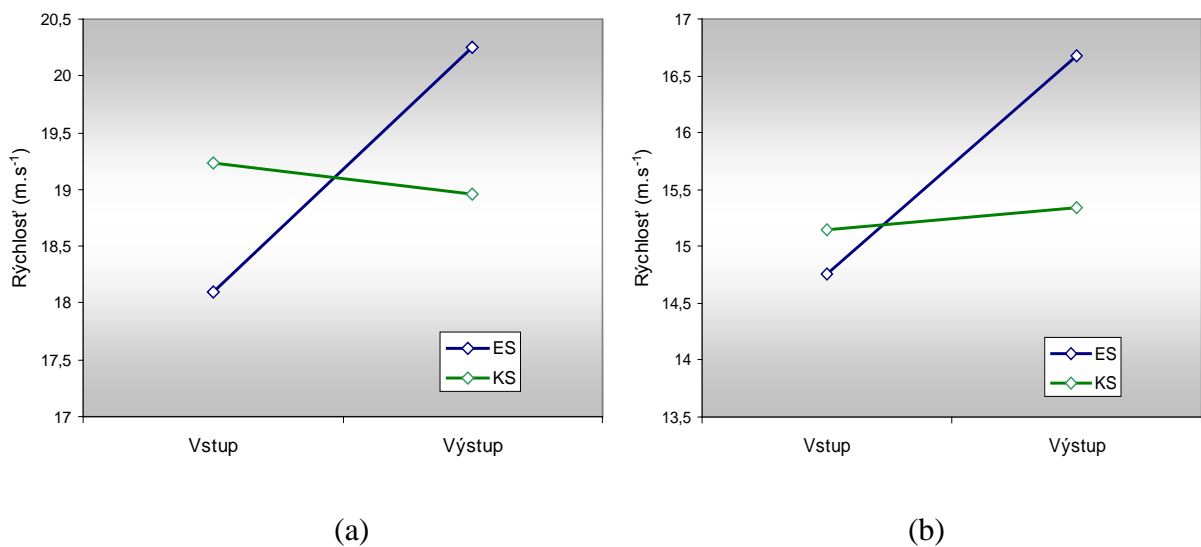
Hlavný efekt pri medziskupinovom porovnaní nebol signifikantný, $F_{(1,6)} = 0,025$, $MSE = 2,442$, $p = 0,880$, $\eta^2 = 0,004$ (Tabuľka 29).

4.1.2 Zmeny rýchlosti vybraných segmentov pri kope účinkom intervencie

Aplikácia vonkajšieho doplnkového odporu spôsobila signifikantnú zmenu v rýchlosti špičky nohy u skupiny používajúcej prídavný odpor ($ES_{A1\%}$), keď rozdiel priemerov medzi vstupnou a výstupnou hodnotou predstavoval $2,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (10,62 %). Úroveň rýchlosti špičky nohy sa zvýšil zo vstupných hodnôt ($M_1 = 18,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) na výstupnú úroveň ($M_2 = 20,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), $F_{(1,6)} = 67,22$; $p < 0,001$ (Tabuľka 14, 15, Obrázok 31a). Zvýšenie rýchlosti špičky preukázalo vysoký efekt účinku aplikovanej intervencie $ES_{ESA1\%} = 4,17$. Rovnako dôležitosť prírastku bola vysoká, keď $MOI_{ESA1\%} = 11,89 \%$. V skupine trénujúcej bez prídavného odporu ($KS_{A0\%}$), nedošlo k signifikantným zmenám v tomto parametri, keď priemerná úroveň hodnôt pri vstupnom meraní bola ($M_1 = 19,23 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), pričom na konci intervencie bola zistená priemerná rýchlosť špičky ($M_2 = 18,96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), $F_{(1,6)} = 1,05$; $p = 0,345$. Z hľadiska vecnej významnosti rozdiel priemerov vstupných a výstupných hodnôt rýchlosti lopty nebol významný, keď $ES_{KSA0\%} = 0,20$ a pokles dôležitosti prírastku $MOI_{KSA0\%} = 1,40 \%$.

Rovnaký výsledok sme zistili pri maximálnej rýchlosti členku počas fázy úderu. Rýchlosť členku bola u odporovej skupiny ($ES_{A1\%}$) pred začiatkom intervencie ($M_1 = 14,76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Po 8 týždňovom tréningovom programe s využitím vonkajšieho doplnkového odporu sa táto rýchlosť zvýšila v priemere o 11,51 % ($1,92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), keď výstupná hodnota predstavovala $M_2 = 16,68 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 0,29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tento nárast sa preukázal ako štatisticky významný ($F_{(1,6)} = 39,92$; $p < 0,01$) (Tabuľka 14, 15, Obrázok 31b), tak i vecne významný ($ES_{ESA1\%} = 2,09$). Dôležitosť prírastku účinkom intervenčného podnetu bola $MOI_{ESA1\%} = 13,01 \%$.

K miernemu zvýšeniu maximálnej rýchlosti členku došlo taktiež u hráčov trénujúcich bez prídavného odporu ($KS_{A0\%}$) a to o 1,24 % ($M_1 = 15,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ resp. $M_2 = 15,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 0,29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), tento rozdiel sa neprejavil ako signifikantný ($F_{(1,6)} = 0,41$; $p = 0,544$). Taktiež hodnotenie veľkosti účinku použitej intervencie preukázalo nízky efekt ($ES_{KSA0\%} = 0,35$; $MOI_{KSA0\%} = 1,25 \%$).



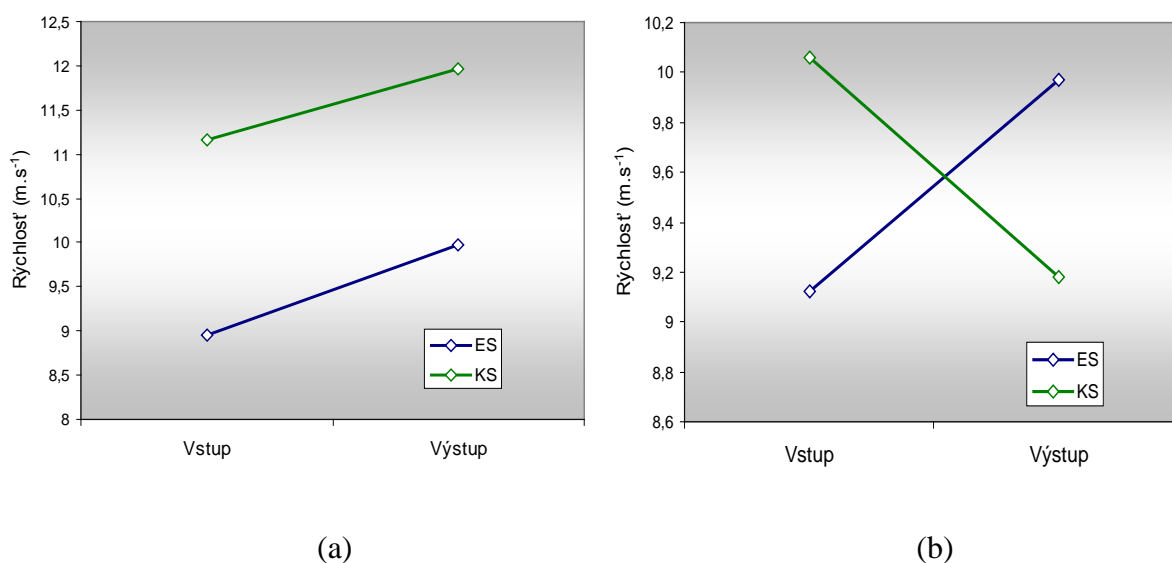
Obrázok 31

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (maximálna rýchlosť špičky (a), maximálna rýchlosť členku (b))

Pri sledovaní rýchlosti členku po údere, ktorá sa vplyvom mechanickej kolízie medzi priehlavkom a loptou pri údere znížila, sme nezaznamenali ani v jednej skupine signifikantné zmeny ($ES_{A1\%} : M_1 = 8,96 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 9,97 \text{ m.s}^{-1}$; $M_2 = 9,97 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,78 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 1,52$; $p = 0,264$) resp. ($KS_{A0\%} : M_1 = 11,17 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,78 \text{ m.s}^{-1}$; $M_2 = 11,97 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,78 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 0,96$; $p = 0,366$) (Tabuľka 14, 15, Obrázok 32a). Z hľadiska hodnotenia veľkosti účinku sme zistili stredne veľký účinok intervencie ($ES_{ESA1\%} = 0,62$ resp. $ES_{KSA0\%} = 0,54$). Dôležitosť prírastku bol u odporovej skupiny vyšší ($MOI_{ESA1\%} = 11,27 \%$) v porovnaní s druhou skupinou ($MOI_{KSA0\%} = 7,16 \%$).

Používanie vonkajšieho doplnkového odporu nepreukázalo signifikantné zmeny pri pozorovaní maximálnej lineárnej rýchlosti kolena počas švihovej fázy kopu vpred. Úroveň rýchlosti pri vstupnom meraní u prvej skupiny ($ES_{A1\%}$) predstavovala $M_1 = 9,12 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,35 \text{ m.s}^{-1}$ (Tabuľka 14, 15, Obrázok 32b). Po ukončení aplikovanej intervencie došlo k nárastu rýchlosti o 8,83 % ($0,85 \text{ m.s}^{-1}$), keď priemerná výstupná hodnota bola $M_2 = 9,97 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,39 \text{ m.s}^{-1}$. Napriek tendencii zvýšenia rýchlosti na konci intervenčného obdobia nemáme dostatočne veľkú štatistickú evidenciu, aby sme mohli nulovú hypotézu o rovnaní sa priemerov pri vstupnom a výstupnom meraní zamietnuť ($F_{(1,6)} = 4,62$; $p = 0,075$). Avšak z hľadiska vecnej významnosti sa tento nárast prejavil ako vysoký, keď $ES_{ESA1\%} = 1,48$ a význam prírastku bol $MOI_{ESA1\%} =$

9,32 %. V skupine, ktorá nepoužívala odporové manžety, došlo k poklesu hodnôt maximálnej rýchlosti kolena na konci sledovaného obdobia ($M_{diff} = 0,88 \text{ m.s}^{-1}$ resp. 8,75 %). Avšak tento rozdiel sa taktiež nepreukázal ako štatisticky významný ($M_1 = 10,06 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 9,18 \text{ m.s}^{-1}$, $M_2 = 9,18 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,39 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 4,84$; $p = 0,070$). Z hľadiska hodnotenia veľkosti účinku bol zistený vysoký efekt ($ES_{KSA0\%} = 1,01$ resp. $MOI_{KSA0\%} = 8,75 \%$).



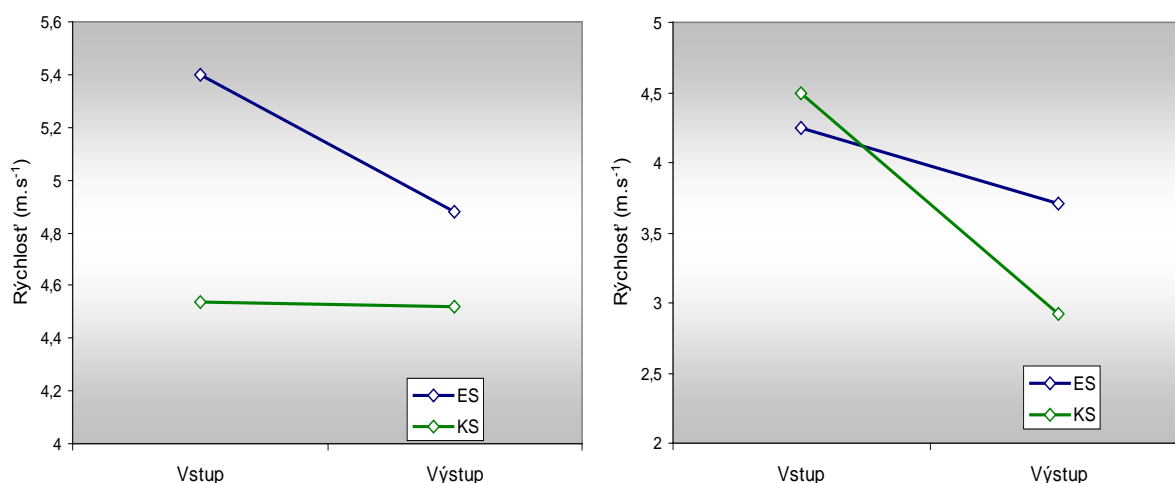
Obrázok 32

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (rýchlosť členku v momente úderu (a), maximálna rýchlosť kolena (b))

Zatiaľ čo počas švihovej fázy stehna vpred je maximálna rýchlosť kolena žiadúca, v momente úderu sa výrazne znižuje. Pri porovnaní vstupných a výstupných hodnôt oboch skupín sme zistili pokles výstupných hodnôt v porovnaní zo vstupnými, ale tieto zmeny sa nepreukázali štatisticky významné ($ES_{A1\%} : M_1 = 5,40 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,64 \text{ m.s}^{-1}$; $M_2 = 4,88 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,20 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 0,49$; $p = 0,509$) resp. ($KS_{A0\%} : M_1 = 4,54 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,64 \text{ m.s}^{-1}$; $M_2 = 4,52 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,20 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 0,00$; $p = 0,987$) (Tabuľka 14, 15, Obrázok 33a). Stredne veľký účinok intervencie sme zistili pri hodnotení vecnej významnosti v skupine trénujúcej s manžetami ($ES_{ESA1\%} = 0,62$), keď veľkosť dôležitosti prírastku predstavuje $MOI_{ESA1\%} = 9,63 \%$. Minimálny účinok intervencie sa prejavil u skupiny, ktorá trénovala bez prídavného odporu ($ES_{KSA0\%} = 0,02$; $MOI_{KSA0\%} = 0,44 \%$).

Výsledky rýchlosti boku v momente úderu poukazujú u oboch skupín na zníženie hodnôt po absolvovaní tréningového obdobia (Tabuľka 14, 15, Obrázok 33b). V experimentálnej skupine ($ES_{A1\%}$) došlo k zníženiu rýchlosti, keď rozdiel medzi vstupnými a výstupnými hodnotami bol $0,54 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (12,71 %). Zmena v úrovni rýchlosti pri porovnaní hodnôt na začiatku a konci sledovaného obdobia nebola štatisticky významná ($M_1 = 4,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 0,47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $M_2 = 3,71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 0,41 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 1,19$; $p = 0,317$). Veľkosť účinku spôsobeného intervenciou predstavoval $ES_{ESA1\%} = 0,79$ a dôležitosť prírastku (úbytku) bol $MOI_{ESA1\%} = 12,71 \%$.

Zaujímavým zistením je pozorovaný rozdiel hodnôt rýchlosti boku vo fáze úderu pri vstupnom a výstupnom meraní u kontrolnej skupiny ($SK_{A0\%}$). Pred začiatkom sledovaného obdobia bola úroveň rýchlosti $M_1 = 4,49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 0,47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Po ukončení 8 týždňovej intervencie poklesla táto rýchlosť o $1,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, keď $M_2 = 2,92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 0,41 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tento výrazný pokles bol ako štatisticky ($F_{(1,6)} = 10,24$; $p < 0,05$), tak vecne významný ($ES_{KSA0\%} = 1,51$, $MOI_{KSA0\%} = 34,96 \%$).



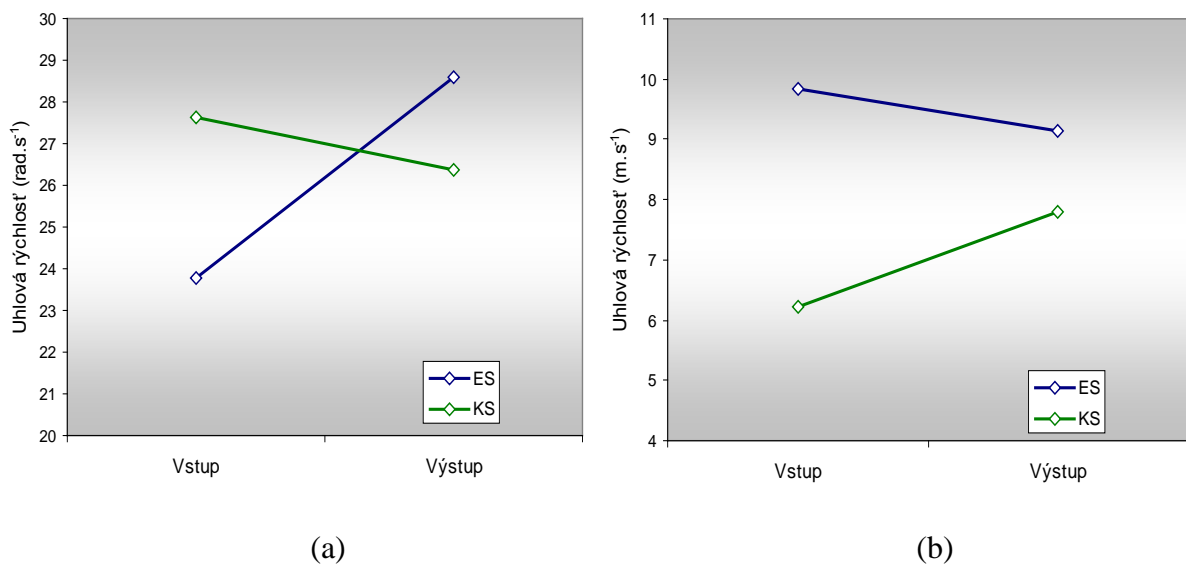
Obrázok 33

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (lineárna rýchlosť kolena pri údere (a), rýchlosť boku pri údere (b))

Výsledky pozorovaných zmien hodnôt maximálnej uhlovej rýchlosti extenzie kolenného kĺbu pred úderom do lopty preukázali u skupine trénujúcich s prídavným odporom ($ES_{A1\%}$) nárast výstupných hodnôt v porovnaní so vstupnými ($M_1 = 23,76 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 1,63 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ vs. $M_2 = 28,59 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 1,91 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$) (Tabuľka 14, 15, Obrázok 34a). Zistený rozdiel bol štatisticky signifikantný ($F_{(1,6)} = 8,92$; $p < 0,05$).

Tento nárast preukázal aj vysoký efekt z hľadiska vecnej významnosti $ES_{ESA1\%} = 1,24$ a dôležitosti prírastku $MOI_{ESA1\%} = 20,33 \%$. Naopak v druhej skupine ($KS_{A0\%}$) došlo k miernemu poklesu uhlovej rýchlosti na konci intervenčného obdobia o $1,27 \text{ rad.s}^{-1}$ ($M_1 = 27,64 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_1 = 1,63 \text{ rad.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 26,37 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_2 = 1,91 \text{ rad.s}^{-1}$). Tento rozdiel nebol signifikantný ($F_{(1,6)} = 0,62$; $p = 0,462$). Veľkosť účinku poklesu sledovaného parametra absolvovaným tréningovým programom bez doplnkového odporu bol $ES_{KSA0\%} = 0,65$ a veľkosť dôležitosti prírastku (poklesu) bol $MOI_{KSA0\%} = 4,6 \%$.

Zmeny úrovne maximálnej uhlovej rýchlosti pri extenzii bedrového kĺbu vo fáze zášvihy kopu nepreukázali signifikantné zmeny pri porovnaní vstupných a výstupných hodnôt ani v jednej skupine ($ES_{A1\%}$: $M_1 = 9,84 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_1 = 1,75 \text{ rad.s}^{-1}$, $M_2 = 9,15 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,86 \text{ rad.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 0,24$; $p = 0,643$) resp. ($KS_{A0\%}$: $M_1 = 6,23 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_1 = 1,75 \text{ rad.s}^{-1}$, $M_2 = 7,79 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,86 \text{ rad.s}^{-1}$, $F_{(1,6)} = 1,20$; $p = 0,315$) (Tabuľka 14, 15, Obrázok 34b).



Obrázok 34

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (uhlová rýchlosť ext. kolenného kĺbu (a), uhlová rýchlosť ext. bedrového kĺbu (b))

Z pozície vecnej významnosti veľkosti účinku bola v skupine trénujúcej s odporom nízka veľkosť účinku ($ES_{ESA1\%} = 0,24$) pri veľkosti dôležitosti prírastku (poklesu) $MOI_{ESA1\%} = 7,01 \%$, kým u hráčov trénujúcich bez prídavného odporu bol efekt účinku vysoký ($ES_{KSA0\%} = 0,90$ a $MOI_{KSA0\%} = 25,04 \%$).

Tabuľka 14

Deskriptívna štatistika sledovaných rýchlostných parametrov pri kope u výskumných skupín

Parameter / skupina		Čas	Priemer	Stredná chyba	95 % konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	18,10	0,45	16,99	19,21
		<i>posttest</i>	20,25	0,56	18,86	21,63
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	19,23	0,45	18,12	20,34
		<i>posttest</i>	18,96	0,56	17,58	20,34
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	14,76	0,45	13,66	15,87
		<i>posttest</i>	16,68	0,29	15,97	17,38
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	15,15	0,45	14,04	16,25
		<i>posttest</i>	15,34	0,29	14,63	16,05
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	8,96	0,78	7,05	10,87
		<i>posttest</i>	9,97	0,78	8,06	11,87
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	11,17	0,78	9,25	13,08
		<i>posttest</i>	11,97	0,78	10,06	13,87
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	9,12	0,35	8,25	9,98
		<i>posttest</i>	9,97	0,39	9,03	10,92
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	10,06	0,35	9,19	10,92
		<i>posttest</i>	9,18	0,39	8,24	10,13
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	5,40	0,64	3,83	6,97
		<i>posttest</i>	4,88	0,20	4,40	5,37
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	4,54	0,64	2,97	6,10
		<i>posttest</i>	4,52	0,20	4,04	5,01
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	4,25	0,47	3,09	5,40
		<i>posttest</i>	3,71	0,41	2,72	4,71
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	4,49	0,47	3,34	5,64
		<i>posttest</i>	2,92	0,41	1,93	3,92
ω_1 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	23,76	1,63	19,76	27,75
		<i>posttest</i>	28,59	1,91	23,91	33,26
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	27,64	1,63	23,65	31,64
		<i>posttest</i>	26,37	1,91	21,70	31,05
ω_2 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	9,84	1,75	5,56	14,13
		<i>posttest</i>	9,15	0,86	7,05	11,25
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	6,23	1,75	1,94	10,52
		<i>posttest</i>	7,79	0,86	5,69	9,89

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna rýchlosť špičky

$v_{\text{čl}}$ - maximálna rýchlosť členku

$v_{\text{čl-ú}}$ - rýchlosť členku po údere

v_{kol} - maximálna rýchlosť kolena

$v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere

v_{bok} - rýchlosť boku pri údere

ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)

ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Tabuľka 15

Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie
pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov

Parameter / skupina		F	Sig.
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	67,22	0,000
	KS _{A0%}	1,05	0,345
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	39,92	0,001
	KS _{A0%}	0,41	0,544
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	1,52	0,264
	KS _{A0%}	0,96	0,366
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	4,62	0,075
	KS _{A0%}	4,84	0,070
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	0,49	0,509
	KS _{A0%}	0,00	0,987
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	1,19	0,317
	KS _{A0%}	10,24	0,019
ω_1 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	8,92	0,024
	KS _{A0%}	0,62	0,462
ω_2 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	0,24	0,643
	KS _{A0%}	1,20	0,315

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Z hľadiska sledovania zmien vybraných parametrov výskumných súborov sme zistili signifikantný vzťah medzi interakciou sledovaných faktorov (čas x dávka odporu) u nasledovných parametrov: rýchlosť špičky v momente úderu ($F_{(1,6)} = 42,53$, $MSE = 0,14$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,573$) maximálna rýchlosť členku pred úderom ($F_{(1,6)} = 16,10$, $MSE = 0,18$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,348$) maximálna rýchlosť kolena počas švihovej fázy vpred (flexii bedrového kĺbu) ($F_{(1,6)} = 9,46$, $MSE = 0,32$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,612$), uhlová rýchlosť predkolenia počas extenzie kolena pri kope ($F_{(1,6)} = 7,12$, $MSE = 5,23$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,458$) (Tabuľka 16). Vzťah medzi časom intervencie a dávkou odporu sa nepreukázal signifikantný v rýchlosti členku po údere ($F_{(1,6)} = 0,03$; $MSE = 1,33$; $p = 0,863$, $\eta^2 = 0,004$), rýchlosti kolena v momente úderu ($F_{(1,6)} = 0,24$; $MSE = 1,10$; $p = 0,645$, $\eta^2 = 0,036$), rýchlosti bedrového kĺbu v momente úderu ($F_{(1,6)} = 2,23$;

$MSE = 0,48$; $p = 0,186$, $\eta^2 = 0,128$) a uhlovej rýchlosti stehna počas fázy zášvih (extenzii bedrového kĺbu) ($F_{(1,6)} = 1,26$; $MSE = 4,03$; $p = 0,305$, $\eta^2 = 0,169$).

Hlavný efekt času v rámci sledovaných subjektov pri zisťovaní významnosti vnútrogrupinových efektov bol zistený len u parametrov: rýchlosť špičky v momente úderu ($p < 0,01$), maximálna rýchlosť členku pred úderom ($p < 0,01$) a lineárnej rýchlosti bedrového kĺbu ($p < 0,05$). U ostatných parametrov bol hlavný efekt nevýznamný ($p > 0,05$).

Tabuľka 16

Výsledky vnútrogrupinových efektov vybraných parametrov rýchlosti

Parameter / Faktor		Typ súčtov					
		štvorcov	s.v.	Priemerné štvorce	F	Sig.	η^2
$v_{\text{šp}}$ (m.s^{-1})	Čas	3,52	1	3,52	25,74	0,002	0,347
	Čas*Dávka odporu	5,81	1	5,81	42,53	0,001	0,573
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,82	6	0,14			
$v_{\text{čl}}$ (m.s^{-1})	Čas	4,45	1	4,45	24,23	0,003	0,523
	Čas*Dávka odporu	2,96	1	2,96	16,10	0,007	0,348
	Rezid. rozptyl(Čas)	1,10	6	0,18			
$v_{\text{čl-ú}}$ (m.s^{-1})	Čas	3,25	1	3,25	2,44	0,169	0,288
	Čas*Dávka odporu	0,04	1	0,04	0,03	0,863	0,004
	Rezid. rozptyl(Čas)	7,98	6	1,33			
v_{kol} (m.s^{-1})	Čas	0,00	1	0,00	0,001	0,973	0,000
	Čas*Dávka odporu	2,99	1	2,99	9,46	0,022	0,612
	Rezid. rozptyl(Čas)	1,90	6	0,32			
$v_{\text{kol-ú}}$ (m.s^{-1})	Čas	0,28	1	0,28	0,26	0,629	0,040
	Čas*Dávka odporu	0,26	1	0,26	0,24	0,645	0,036
	Rezid. rozptyl(Čas)	6,59	6	1,10			
v_{bok} (m.s^{-1})	Čas	4,43	1	4,43	9,21	0,023	0,528
	Čas*Dávka odporu	1,07	1	1,07	2,23	0,186	0,128
	Rezid. rozptyl(Čas)	2,89	6	0,48			
ω_1 (rad.s^{-1})	Čas	12,66	1	12,66	2,42	0,171	0,156
	Čas*Dávka odporu	37,18	1	37,18	7,12	0,037	0,458
	Rezid. rozptyl(Čas)	31,35	6	5,23			
ω_2 (rad.s^{-1})	Čas	0,75	1	0,75	0,19	0,682	0,025
	Čas*Dávka odporu	5,06	1	5,06	1,26	0,305	0,169
	Rezid. rozptyl(Čas)	24,19	6	4,03			

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Hlavný efekt pri medziskupinovom porovnaní (spôsob intervencie) sme nezistili ani v jednom zo sledovaných parametrov ($p > 0,05$). Avšak hlavný efekt nezohľadňuje časové hľadisko pre vstupné a výstupné hodnoty, ktoré vytvárajú celkový design experimentu.

4.1.3 Zmeny vybraných uhlových a dĺžkových charakteristík pri kope, účinkom intervencie

Výsledky pozorovania zmien veľkosti uhla pri extenzii kolenného kĺbu kopajúcej končatiny u hráčov naznačujú isté intraindividuálne a interindividuálne rozdiely. Zmeny sledovaného parametra po intervenčnom období neboli štatisticky významné ani v jednej zo skupín ($ES_{A1\%} : M_1 = 137,0^\circ, SE_1 = 6,2^\circ$ vs. $M_2 = 143,2^\circ, SE_2 = 5,3^\circ, F_{(1,6)} = 4,18; p = 0,087$) resp. ($KS_{A0\%} : M_1 = 147,2^\circ, SE_1 = 6,2^\circ$ vs. $M_2 = 144,7^\circ, SE_2 = 5,3^\circ, F_{(1,6)} = 0,69; p = 0,439$) (Tabuľka 17, 18). Veľkosť účinku však u skupiny trénujúcej s prídavným odporom ($ES_{A1\%}$) preukázal stredne vysoký efekt $ES_{ESA1\%} = 0,61$ s významom prírastku $MOI_{ESA1\%} = 4,5\%$, kým v skupine trénujúcej bez doplnkového odporu ($KS_{A1\%}$) bol zistený nízky efekt $ES_{KSA0\%} = 0,19$ a pokles $MOI_{KSA0\%} = 1,71\%$.

Sledovali sme taktiež minimálny uhol pri flexii kolenného kĺbu kopajúcej končatiny vo fáze zášvihy. Hráči s odporovými manžetami ($ES_{A1\%}$) zväčšili uhol o $2,35^\circ$ ($M_1 = 70,21^\circ, SE_1 = 4,43^\circ$ vs. $M_2 = 72,56^\circ, SE_2 = 5,69^\circ, F_{(1,6)} = 0,87; p = 0,388$). Naopak hráči bez externého odporu znížili tento parameter pri výstupnom meraní v priemere o $1,26^\circ$ ($M_1 = 72,57^\circ, SE_1 = 4,43^\circ$ vs. $M_2 = 71,31^\circ, SE_2 = 5,69^\circ, F_{(1,6)} = 0,25; p = 0,636$). Vecná významnosť vyjadrená veľkosťou účinku intervencie predstavovala malý efekt u oboch skupín ($ES_{ESA1\%} = 0,18; MOI_{ESA1\%} = 3,35\%$ resp. $ES_{KSA0\%} = 0,17; MOI_{KSA0\%} = 1,74\%$).

Priemerná vstupná hodnota veľkosti uhla flexie bedrového kĺbu v okamžiku kopu bola u experimentálnej skupiny ($SK_{A1\%}$) $M_1 = 140,38^\circ, SE_1 = 6,38^\circ$. Na konci sledovaného obdobia pri výstupnom meraní sme zaznamenali zvýšenie hodnoty o $4,81^\circ$ ($M_2 = 145,19^\circ, SE_2 = 3,64^\circ$). Zmena veľkosti uhla flexie bedrového kĺbu pri údere však nebola signifikantná $F_{(1,6)} = 1,32; p = 0,295$. Z hľadiska vecnej významnosti sme zistili stredný efekt účinku intervencie ($ES_{ESA1\%} = 0,55$ a $MOI_{ESA0\%} = 3,43\%$). Hráči kontrolnej skupiny ($KS_{A0\%}$) zaznamenali na konci intervencie zníženie sledovaného parametra ($M_1 = 148,57^\circ, SE_1 = 6,38^\circ$ vs. $M_2 = 144,48^\circ, SE_2 =$

3,64°). Ani v tomto prípade nebola zistená štatistická významnosť ($F_{(1,6)} = 0,95$; $p = 0,367$). Indexy vecnej významnosti predstavujú malý efekt účinku ($ES_{KSA0\%} = 0,35$ a $MOI_{KSA0\%} = 2,76\%$).

Ďalším zo sledovaných parametrov indikujúcich zachovanie vonkajšej pohybovej štruktúry pohybu bola dĺžka posledného kroku hráča pred úderom. Zvýšenie vzdialenosti kroku po absolvovaní intervenčného programu s využitím vonkajšieho doplnkového odporu sme zaznamenali u hráčov experimentálnej skupiny ($ES_{A1\%}$), keď pri vstupnom meraní bola priemerná dĺžka kroku $M_1 = 1,77$ m, $SE_1 = 0,08$ m a pri výstupnom meraní $M_2 = 1,83$ m, $SE_2 = 0,07$ m. Naopak v druhej skupine ($KS_{A0\%}$) sme zistili zníženie tejto vzdialenosti o 0,07 m ($M_1 = 1,80$ m, $SE_1 = 0,08$ m vs. $M_2 = 1,73$ m, $SE_2 = 0,07$ m). Avšak v oboch prípadoch rozdiely medzi vstupným a výstupným meraním boli štatisticky nevýznamné ($ES_{A1\%} : F_{(1,6)} = 0,89$; $p = 0,381$) resp. ($KS_{A0\%} : F_{(1,6)} = ,73$; $p = 0,236$). Posúdenie vecnej významnosti preukázalo nízky efekt v prípade skupiny trénujúcej s prídavným odporom ($ES_{A1\%}$) ($ES_{ESA1\%} = 0,34$ a $MOI_{ESA1\%} = 3,39\%$) a stredný efekt u skupiny trénujúcej bez prídavného odporu ($KS_{A0\%}$) ($ES_{KSA0\%} = 0,54$ a $MOI_{KSA0\%} = 3,89\%$).

Výsledky sledovania maximálnej vzdialenosti medzi špičkou kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihu a stredom lopty preukázali v oboch skupinách zvýšenie priemerov ich hodnôt vo výstupnom meraní v porovnaní so vstupným. Hráči experimentálnej skupiny ($ES_{A1\%}$) pri vstupnom meraní mali počiatočnú vzdialenosť $M_1 = 1,81$ m, $SE_1 = 0,06$ m, ktorá pri výstupnom meraní bola vyššia o 0,03 m ($M_2 = 1,84$ m, $SE_2 = 0,06$ m). Táto zmena však nebola signifikantná ($F_{(1,6)} = 0,24$; $p = 0,644$). Z hľadiska vecnej významnosti bol efekt účinku intervencie malý ($ES_{ESA1\%} = 0,18$ a $MOI_{ESA1\%} = 1,66\%$). V kontrolnej skupine ($KS_{A0\%}$) sme zaznamenali výraznejšie zvýšenie daného parametra, keď rozdiel medzi vstupným a výstupným meraním predstavoval 0,10 m ($M_1 = 1,79$ m, $SE_1 = 0,06$ m vs. $M_2 = 1,89$ m, $SE_2 = 0,06$ m). Zmena zvýšenia výstupných hodnôt v porovnaní so vstupnými nebola signifikantná ($F_{(1,6)} = 3,53$; $p = 0,109$). Avšak z hľadiska vecnej významnosti bol index veľkosti účinku stredný ($ES_{KSA0\%} = 0,71$, $MOI_{KSA0\%} = 5,59\%$).

Rovnako pri sledovaní maximálnej vzdialenosti kolena kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihu od stredu lopty sme zistili v oboch skupinách zvýšenie hodnôt po ukončení tréningového obdobia ($ES_{A1\%} : M_1 = 1,24$ m, $SE_1 = 0,03$ m vs. $M_2 = 1,26$ m, $SE_2 = 0,05$ m) resp. ($KS_{A0\%} : M_1 = 1,18$ m, $SE_1 = 0,03$ m vs. $M_2 = 1,24$ m, $SE_2 = 0,05$ m). Ani v jednej zo skupín nebola zistená štatistická významnosť medzi rozdielmi

vstupných vs. výstupných hodnôt ($ES_{A1\%} : F_{(1,6)} = 0,29; p = 0,609$ resp. $KS_{A0\%} : F_{(1,6)} = 2,43; p = 0,170$). Posúdenie vecnej významnosti veľkosti efektu účinku predstavuje malý až stredný efekt spôsobený intervenciou ($ES_{ESA1\%} = 0,21$ a $MOI_{ESA1\%} = 1,61\%$ a $ES_{KSA0\%} = 0,46$ a $MOI_{KSA0\%} = 5,09\%$).

Tabuľka 17

Deskriptívna štatistika sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov pri kope u výskumných skupín

Parameter / Skupina		Čas	Priemer	Stredná chyba	95 % konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
$\alpha_1(^{\circ})$	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	137,00	6,24	121,72	152,28
		<i>posttest</i>	143,19	5,33	130,15	156,22
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	147,22	6,24	131,94	162,49
		<i>posttest</i>	144,71	5,33	131,67	157,74
$\alpha_2(^{\circ})$	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	70,21	4,43	59,38	81,04
		<i>posttest</i>	72,56	5,69	58,64	86,47
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	72,57	4,43	61,74	83,40
		<i>posttest</i>	71,31	5,69	57,40	85,23
$\beta(^{\circ})$	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	140,38	6,38	124,76	155,99
		<i>posttest</i>	145,19	3,64	136,28	154,11
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	148,57	6,38	132,95	164,18
		<i>posttest</i>	144,48	3,64	135,56	153,39
l ₁ (m)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	1,77	0,08	1,58	1,97
		<i>posttest</i>	1,83	0,07	1,64	2,01
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	1,80	0,08	1,60	1,99
		<i>posttest</i>	1,73	0,07	1,54	1,91
l ₂ (m)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	1,81	0,06	1,67	1,95
		<i>posttest</i>	1,84	0,06	1,68	1,99
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	1,79	0,06	1,64	1,93
		<i>posttest</i>	1,89	0,06	1,74	2,05
l ₃ (m)	ES _{A1%}	<i>pretest</i>	1,24	0,03	1,18	1,31
		<i>posttest</i>	1,26	0,05	1,15	1,37
	KS _{A0%}	<i>pretest</i>	1,18	0,03	1,11	1,25
		<i>posttest</i>	1,24	0,05	1,13	1,35

Legenda: α_1 – veľkosť uhla pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvih
 β – veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente úderu
l₁ – dĺžka posledného kroku pred kopom
l₂ – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvih
l₃ – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvih

Tabuľka 18

Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov

Parameter		F	Sig.
α_1 (°)	ES _{A1%}	4,18	0,087
	KS _{A0%}	0,69	0,439
α_2 (°)	ES _{A1%}	0,87	0,388
	KS _{A0%}	0,25	0,636
β (°)	ES _{A1%}	1,32	0,295
	KS _{A0%}	0,95	0,367
l_1 (m)	ES _{A1%}	0,89	0,381
	KS _{A0%}	1,73	0,236
l_2 (m)	ES _{A1%}	0,24	0,644
	KS _{A0%}	3,53	0,109
l_3 (m)	ES _{A1%}	0,29	0,609
	KS _{A0%}	2,43	0,170

Legenda: α_1 – veľkosť uhla pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvihu
 β – veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente údere
 l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom
 l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
 l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

Pri zisťovaní zmien parametrov indikujúcich zachovanie pohybovej štruktúry (techniky realizovanej pohybovej činnosti) na základe jej vonkajšieho prejavu (uhlové a dĺžkové charakteristiky), sme nezistili ani v jednom prípade signifikantný vzťah medzi interakciou oboch pôsobiacich faktorov (čas*dávka odporu) (Tabuľka 19). Veľkosť uhla extenzie kolena v momente úderu bola $F_{(1,6)} = 4,13$, $MSE = 18,33$, $p = 0,089$, minimálny uhol pri flexii kolena vo fáze zášvihu kopu bol $F_{(1,6)} = 1,02$, $MSE = 12,72$, $p = 0,351$, veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v okamžiku úderu bol $F_{(1,6)} = 2,26$, $MSE = 35,16$, $p = 0,184$, dĺžka posledného kroku bola $F_{(1,6)} = 2,56$, $MSE = 0,01$, $p = 0,161$, maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihu od stredu lopty bola $F_{(1,6)} = 0,97$, $MSE = 0,01$, $p = 0,363$ a maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihu od stredu lopty bola $F_{(1,6)} = 0,52$, $MSE = 0,00$, $p = 0,498$.

Ani v jednom prípade v rámci sledovaných parametrov sme nezaznamenali signifikantný účinok času ako hlavného účinku pri zisťovaní vnútroskupinových efektov ($p > 0,05$).

Tabuľka 19

Výsledky vnútroskupinových efektov vybraných uhlových a dĺžkových parametrov

Parameter / Faktor		Typ súčtov		Priemerné štvorce	F	Sig.	η^2
		III	s.v.				
α_1 (°)	Čas	13,51	1	13,51	0,74	0,424	0,069
	Čas*Dávka odporu	75,60	1	75,60	4,13	0,089	0,380
	Rezid. rozptyl(Čas)	109,96	6	18,33			
α_2 (°)	Čas	1,19	1	1,19	0,09	0,770	0,013
	Čas*Dávka odporu	12,97	1	13,00	1,02	0,351	0,144
	Rezid. rozptyl(Čas)	76,31	6	12,72			
β (°)	Čas	0,53	1	0,53	0,02	0,907	0,002
	Čas*Dávka odporu	79,30	1	79,30	2,26	0,184	0,273
	Rezid. rozptyl(Čas)	210,98	6	35,16			
l_1 (m)	Čas	0,00	1	0,00	0,07	0,801	0,000
	Čas*Dávka odporu	0,02	1	0,02	2,56	0,161	0,308
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,04	6	0,01			
l_2 (m)	Čas	0,02	1	0,02	2,80	0,145	0,288
	Čas*Dávka odporu	0,01	1	0,01	0,97	0,363	0,106
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,04	6	0,01			
l_3 (m)	Čas	0,01	1	0,01	2,20	0,188	0,261
	Čas*Dávka odporu	0,00	1	0,00	0,52	0,498	0,043
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,02	6	0,00			

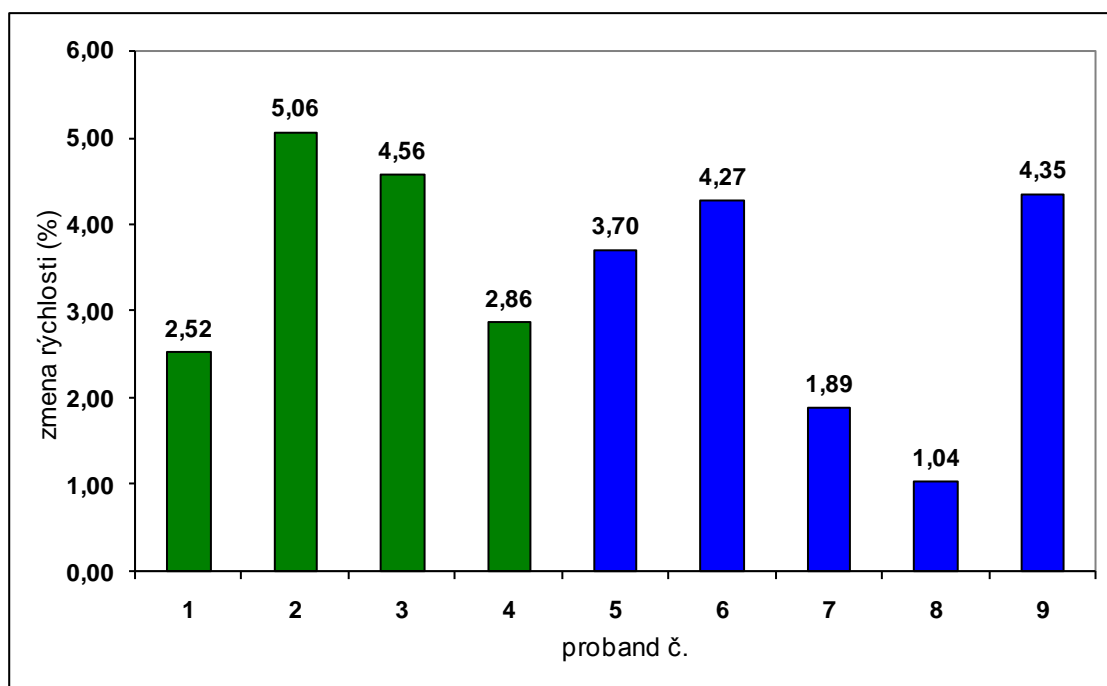
Legenda: α_1 – veľkosť uhla pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvihu
 β – veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente údere
 l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom
 l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
 l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

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 $30,10 \pm 0,87 \text{ m.s}^{-1}$.

U všetkých probandov v oboch skupinách ($KS_{B1\%}$, $ES_{B2\%}$) došlo k zvýšeniu rýchlosti lopty po intervenčnom období (Obrázok 35). 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 streľu pri vstupnom meraní sme zistili $31,95 \text{ m.s}^{-1}$, najpomalšia streľa bola $29,89 \text{ m.s}^{-1}$.



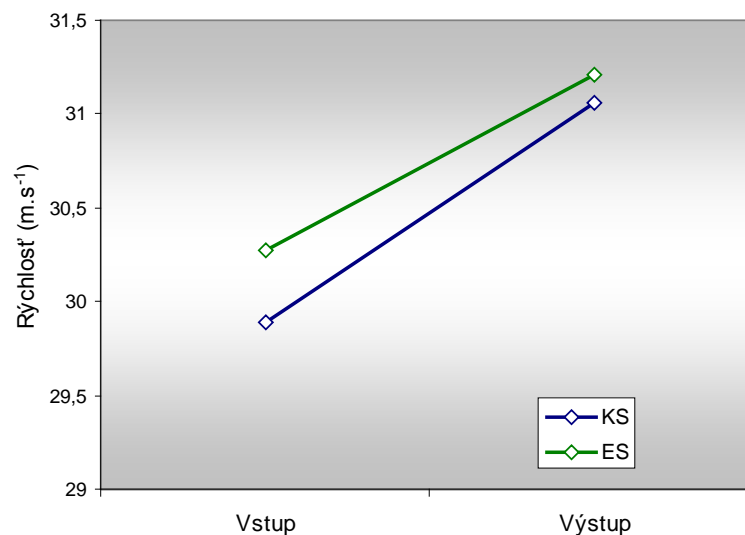
Obrázok 35

Percentuálne vyjadrenie zmien rýchlosti lopty pri vstupnom a výstupnom meraní

(■ - kontrolná skupina ($KS_{B1\%}$), ■ - experimentálna skupina ($ES_{B2\%}$))

Sledovaná rýchlosť lopty u hráčov používajúcich vonkajší odpor o veľkosti 1 % ($KS_{B1\%}$) sa zvýšila z hodnoty pri vstupnom meraní ($M_I = 29,89 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_I = 0,48 \text{ m.s}^{-1}$)

¹⁾ na výstupné ($M_2 = 31,06 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,43 \text{ m.s}^{-1}$) (Tabuľka 20, Obrázok 36). Zvýšenie rýchlosti v tejto skupine bolo štatisticky významné ($F_{(1,7)} = 28,62$, $p < 0,01$) (Tabuľka 21). 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 obidvoch 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.



Obrázok 36

Efekt intervencie na zmenu maximálnej rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom

Tabuľka 20

Deskriptívna štatistika parametrov rýchlosti kopu (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 21

Porovnanie rozdielov rýchlosti lopty u sledovaných skupín pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania 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 vnútroskupinových 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 22

Výsledky vnútroskupinových efektov úrovne rýchlosti lopty

Parameter / Faktor	Typ súčtov štvorcov III	s.v.	Priemerné štvorce	F	Sig.	η^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			

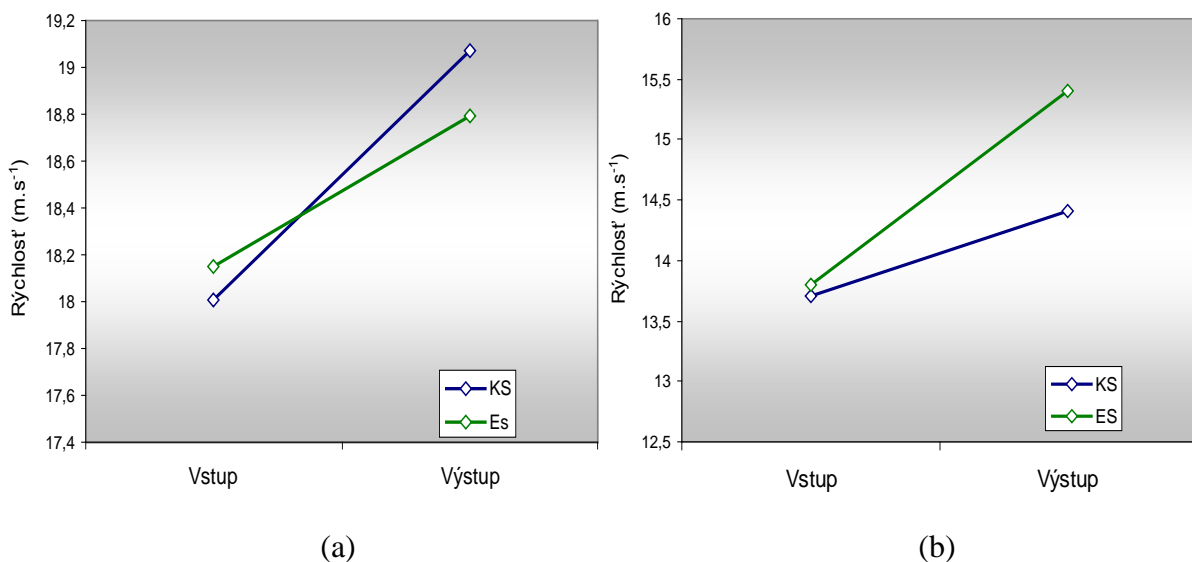
Z hľadiska zisťovania účinku nezávislej premennej (dávka odporu), nebol zistený signifikantný efekt ($F_{(1,7)} = 0,21$; $MSE = 0,16$; $p = 0,664$). Rovnako veľkosť miery účinku nezávislej premennej vysvetľuje minimálny podiel z celkovej variability ($\eta^2 = 0,029$) (Tabuľka 35).

4.2.2 Zmeny úrovne rýchlosti vybraných segmentov pri kope účinkom intervencie

Úroveň lineárnej rýchlosti špičky kopajúcej nohy počas kopu sa zvýšila u oboch skupín (KS_{B1%}, EK_{B2%}). V absolútnych hodnotách sme zaznamenali u športovcov s nižším vonkajším odporom vyšší prírastok (5,56 %) v porovnaní so skupinou používajúcou ťažší odpor (3,61 %). Rozdiel úrovne sledovaných hodnôt medzi vstupným a výstupným meraním sa však signifikantne prejavil len u prvej skupiny

($KS_{B1\%}$: $M_1 = 18,01 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,58 \text{ m.s}^{-1}$; $M_2 = 19,07 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,82 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{1(1,7)} = 6,78$, $p < 0,05$) resp. ($ES_{B2\%}$: $M_1 = 18,15 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,52 \text{ m.s}^{-1}$; $M_2 = 18,79 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,73 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{2(1,7)} = 3,08$, $p = 0,123$) (Obrázok 37a). Z hľadiska vecnej významnosti bol u prvej skupiny stredne veľký efekt účinku ($ES_{KS_{B1\%}} = 0,51$; $MOI_{KS_{B1\%}} = 5,89$) a vysoký v druhej skupine ($ES_{ES_{B2\%}} = 1,27$; $MOI_{ES_{B2\%}} = 3,41$).

Pri sledovaní maximálnej rýchlosti členku počas kopu bola zistená vyššia rýchlosť po ukončení intervenčného obdobia u oboch skupín. Kým skupina trénujúca s nižším odporom ($KS_{B1\%}$) sa zlepšila o 4,93 % ($M_1 = 13,70 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,45 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 14,41 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,45 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{1(1,7)} = 4,27$ $p = 0,35$), druhá skupina ($EK_{B2\%}$) zvýšila rýchlosť sledovaného segmentu o 10,45 % ($M_2 = 13,80 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,40 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 15,41 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,41 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{2(1,7)} = 27,80$, $p < 0,01$) (Obrázok 37b). V oboch skupinách sa prejavil vysoký efekt účinku realizovanej intervencie ($ES_{KS_{B1\%}} = 1,35$; $MOI_{KS_{B1\%}} = 5,18$ % a $ES_{ES_{B2\%}} = 2,28$; $MOI_{ES_{B2\%}} = 11,67$ %).



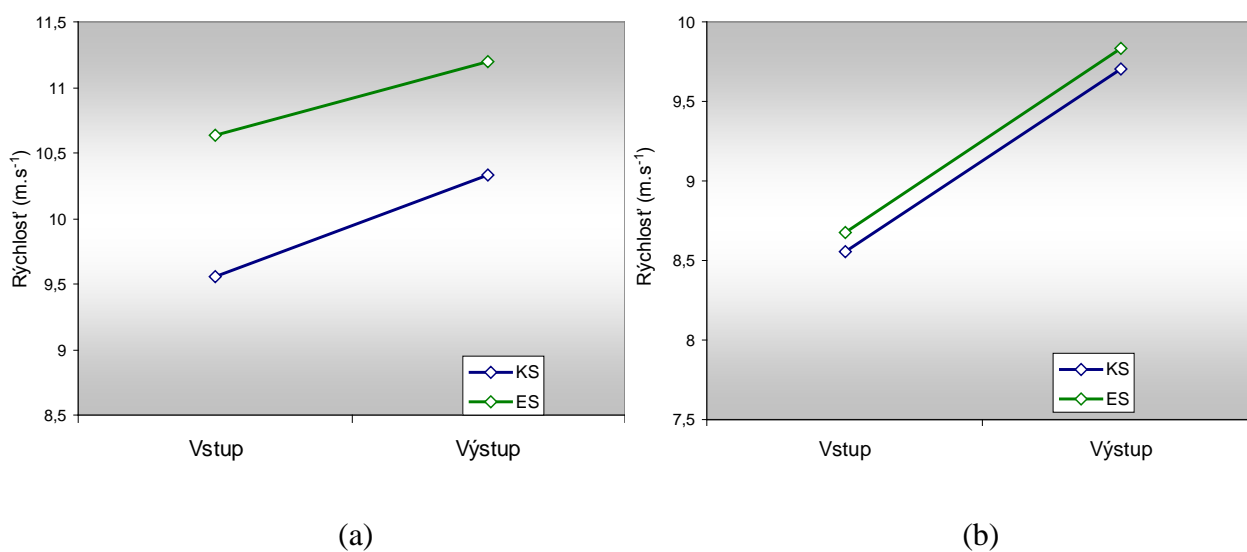
Obrázok 37

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (maximálna rýchlosť špičky (a), maximálna rýchlosť členku (b))

Rýchlosť členku po údere bola vyššia po aplikovanej intervencii v porovnaní so vstupnými hodnotami u oboch skupín. Skupina trénujúca s nižším odporom dosiahla vyšší prírastok ($M_1 = 9,56 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,50 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 10,33 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,62 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{(1,7)} = 7,83$, $p < 0,05$) v porovnaní s hráčmi trénujúcimi s dvojnásobným odporom ($M_1 = 10,63 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,62 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 11,20 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,55 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{(1,7)} =$

5,32, $p = 0,054$) (Obrázok 38a). Kým u prvej skupiny bol efekt účinku intervencie stredný ($ES_{KSB1\%} = 1,60$ a $MOI_{KSB1\%} = 8,05$ %) v druhej skupine bol stredne veľký účinok ($ES_{ESB2\%} = 0,50$; $MOI_{ESB2\%} = 5,09$ %).

Ďalším sledovaným parametrom bola maximálna rýchlosť kolena počas flexie bedrového kĺbu vo fáze kopu. Z výsledkov vyplýva, že účinkom realizácie vybraných cvičení so zvýšeným segmentovým odporom na dolných končatinách nedošlo k signifikantným zmenám medzi vstupnými a výstupnými hodnotami ($KSB1\%$: $M_1 = 8,56 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,56 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 9,70 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,67 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{(1,7)} = 1,39$, $p = 0,277$) resp. ($ESB2\%$: $M_1 = 8,68 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,50 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 9,83 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,86 \text{ m.s}^{-1}$; $F_{(1,7)} = 1,76$, $p = 0,226$) (Obrázok 38b). Pri hodnotení veľkosti účinku použitej intervencie sme zistili stredne vysoký efekt účinku v skupine s nižším odporom ($ES_{KSB1\%} = 0,77$; $MOI_{KSB1\%} = 13,32$ %) a vysoký efekt účinku u skupiny používajúcej dvojnásobný odpor ($ES_{ESB2\%} = 1,29$; $MOI_{ESB2\%} = 13,25$ %).

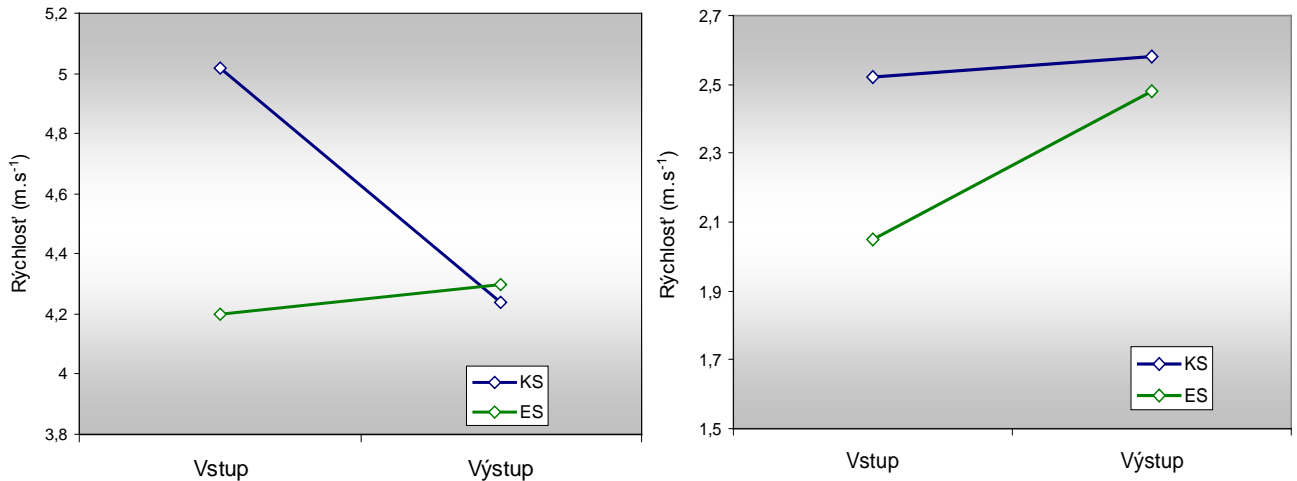


Obrázok 38

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (rýchlosť členku v momente úderu (a), maximálna rýchlosť kolena (b))

Pri sledovaní rýchlosti kolena v momente úderu sme zaznamenali rozdiely medzi vstupnými a výstupnými hodnotami v prvej skupine ($KSB1\%$). Rýchlosť sledovaného bodu na vybranom segmente sa znížila z $M_1 = 5,02 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,38 \text{ m.s}^{-1}$ na výstupnú hodnotu $M_2 = 4,24 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,77 \text{ m.s}^{-1}$. Toto zníženie však nebolo signifikantné ($F_{(1,7)} = 0,82$, $p = 0,392$), aj keď z hľadiska vecnej významnosti bol

zistený stredne vysoký efekt účinku ($ES_{KSB1\%} = 0,75$, $MOI_{KSB1\%} = 15,38$ %). Avšak hráči používajúci dvojnásobný odpor ($ES_{B2\%}$) dosiahli v oboch testoch takmer identickú úroveň rýchlosti ($M_1 = 4,20 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,34 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 4,30 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,68 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{(1,7)} = 0,02$, $p = 0,903$, $ES_{ESB2\%} = 0,08$, $MOI_{ESB2\%} = 2,38$ %) (Obrázok 39a).



Obrázok 39

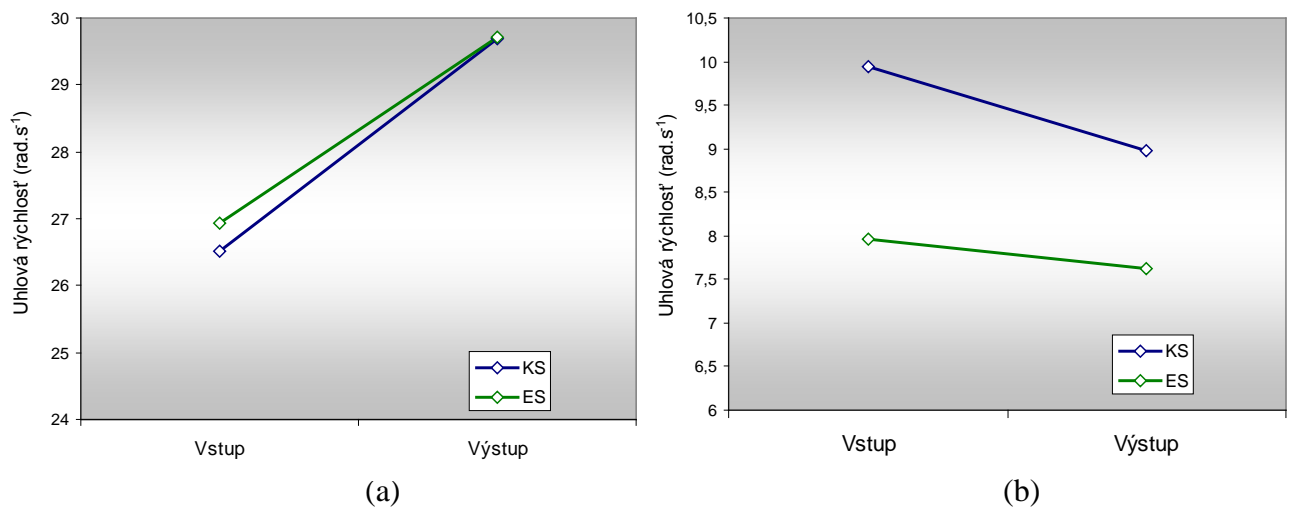
Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (rýchlosť kolena pri údere (a), rýchlosť boku pri údere (b))

Výraznejšiu zmenu lineárnej rýchlosti bedrového kĺbu sme pozorovali u hráčov s vyššou hmotnosťou odporu ($ES_{B2\%}$), kde došlo k zvýšeniu rýchlosti z počiatočných hodnôt ($M_1 = 2,05 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$ na $M_2 = 2,48 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,39 \text{ m.s}^{-1}$) (Obrázok 39b). V prvej skupine ($KS_{B1\%}$) bola rýchlosť takmer totožná medzi oboma meraniami ($M_1 = 2,52 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_1 = 0,36 \text{ m.s}^{-1}$ vs. $M_2 = 2,58 \text{ m.s}^{-1}$, $SE_2 = 0,44 \text{ m.s}^{-1}$). Nemáme dostatočne veľkú štatistickú evidenciu pre zamietnutie nulovej hypotézy o rovnaní sa priemerov sledovaných skupín na začiatku a konci intervencie ($KS_{B1\%}$: $F_{(1,7)} = 0,02$, $p = 0,892$) resp. ($ES_{B2\%}$: $F_{(1,7)} = 1,04$, $p = 0,341$). Z hľadiska vecnej významnosti bol v prvej skupine nízky účinok intervencie na sledovaný parameter ($ES_{KSB1\%} = 0,12$, $MOI_{KSB1\%} = 2,38$ %), kým v druhej skupine bol zistený stredne veľký účinok ($ES_{ESB2\%} = 0,74$, $MOI_{ESB2\%} = 17,34$ %).

Maximálna uhlová rýchlosť pri extenzii kolenného kĺbu sa zvýšila v skupine používajúcej nižší odpor ($KS_{B1\%}$) z pretestových hodnôt ($M_1 = 26,52 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_{KI} = 1,43 \text{ rad.s}^{-1}$) o 10,71 % ($M_2 = 29,70 \text{ rad.s}^{-1}$, $SE_2 = 1,22 \text{ rad.s}^{-1}$) (Obrázok 40a). Zvýšenie rýchlosti sa preukázalo ako štatisticky významné ($F_{(1,7)} = 5,61$; $p < 0,05$).

Rovnako sme zistili vysoký efekt účinku pohybovej intervencie s vymedzeným odporom ($ES_{KSB1\%} = 1,29$; $MOI_{KSB1\%} = 11,99 \%$). V druhej skupine ($ES_{B2\%}$) bol výsledok výstupného merania vyšší v porovnaní so vstupným o $2,78 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ($M_1 = 26,93 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 1,28 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ vs. $M_2 = 29,71 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 1,09 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$). V tejto skupine však nedošlo k signifikantnému nárastu rýchlosti, keď $F_{(1,7)} = 5,34$; $p = 0,054$, aj keď posúdenie vecnej významnosti účinku intervencie bolo vysoké ($ES_{ESB2\%} = 1,26$; $MOI_{ESB2\%} = 10,32 \%$).

Uhlová rýchlosť stehna pri extenzii bedrového kĺbu počas fázy zášvihy kopajúcej končatiny sa v kontrolnej skupine ($KS_{B1\%}$) znížila z pretestových hodnôt $M_1 = 9,95 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 1,17 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ na úroveň $M_2 = 8,98 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 1,20 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ (Obrázok 40b). Zníženie rýchlosti nebolo štatisticky významné ($F_{(1,7)} = 0,42$; $p = 0,536$). V experimentálnej skupine ($ES_{B2\%}$) nedošlo k signifikantnej zmene rýchlosti ($F_{(1,7)} = 0,07$; $p = 0,802$), keď sme zistili minimálny rozdiel medzi priemernými vstupnými a výstupnými hodnotami ($M_1 = 7,97 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_1 = 1,04 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ vs. $M_2 = 7,62 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $SE_2 = 1,07 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$). Veľkosť účinku a dôležitosť prírastku realizovanej intervencie bol nízky ($ES_{KSB1\%} = 0,39$; $MOI_{KSB1\%} = 9,75 \%$ resp. $ES_{ESB2\%} = 0,22$; $MOI_{ESB2\%} = 4,39 \%$).



Obrázok 40

Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (uhlová rýchlosť ext. kolenného kĺbu (a), uhlová rýchlosť ext. bedrového kĺbu (b))

Tabuľka 23

Deskriptívna štatistika sledovaných rýchlostných parametrov pri kope
u výskumných skupín

Parameter / skupina		Čas	Priemer	Stredná chyba	95 % konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	18,01	0,58	16,64	19,39
		<i>posttest</i>	19,07	0,82	17,13	21,00
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	18,15	0,52	16,92	19,38
		<i>posttest</i>	18,79	0,73	17,06	20,52
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	13,70	0,45	12,64	14,77
		<i>posttest</i>	14,41	0,45	13,33	15,48
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	13,80	0,40	12,85	14,75
		<i>posttest</i>	15,41	0,41	14,45	16,37
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	9,56	0,50	8,38	10,74
		<i>posttest</i>	10,33	0,62	8,86	11,79
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	10,63	0,45	9,58	11,69
		<i>posttest</i>	11,20	0,55	9,89	12,51
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	8,56	0,56	7,23	9,88
		<i>posttest</i>	9,70	0,67	8,12	11,28
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	8,68	0,50	7,49	9,87
		<i>posttest</i>	9,83	0,60	8,42	11,24
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	5,02	0,38	4,13	5,92
		<i>posttest</i>	4,24	0,77	2,43	6,05
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	4,20	0,34	3,40	5,00
		<i>posttest</i>	4,30	0,68	2,68	5,92
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	2,52	0,36	1,65	3,38
		<i>posttest</i>	2,58	0,44	1,55	3,62
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	2,05	0,33	1,27	2,82
		<i>posttest</i>	2,48	0,39	1,56	3,41
ω_1 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	26,52	1,43	23,13	29,91
		<i>posttest</i>	29,70	1,22	26,81	32,59
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	26,93	1,28	23,90	29,97
		<i>posttest</i>	29,71	1,09	27,12	32,30
ω_2 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	9,95	1,17	7,19	12,70
		<i>posttest</i>	8,98	1,20	6,15	11,81
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	7,97	1,04	5,50	10,43
		<i>posttest</i>	7,62	1,07	5,09	10,15

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Tabuľka 24

Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov

Parameter / skupina		F	Sig.
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	6,78	0,035
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	3,08	0,123
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	4,27	0,078
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	27,80	0,001
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	7,83	0,027
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	5,32	0,054
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	1,39	0,277
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	1,76	0,226
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	0,82	0,395
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	0,02	0,903
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	0,02	0,892
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	1,04	0,341
ω_1 ($^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	5,61	0,050
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	5,34	0,054
ω_2 ($^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\text{KS}_{\text{B1}\%}$	0,42	0,536
	$\text{ES}_{\text{B2}\%}$	0,07	0,802

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Z hľadiska zisťovania významnosti sledovaných faktorov (čas, spôsob intervencie) a ich vzájomného pôsobenia sme zistili, že hlavný efekt času bol signifikantný pre nárast lineárnej rýchlosti špičky kopajúcej končatiny sledovaných skupín ($F_{(1,7)} = 9,67$; $p = 0,017$, $\eta^2 = 0,560$). Vzájomná interakcia sledovaných faktorov sa nepreukázala ako signifikantná ($F_{(1,7)} = 0,60$; $p = 0,466$, $\eta^2 = 0,035$). Rovnaký výsledok sme zistili pri pozorovaní účinku hlavného faktoru (času), resp. vzájomného pôsobenia (faktorov) v rámci vnútroskupinových rozdielov rozptylov sledovaných skupín pre maximálnu rýchlosť členku počas kopu. Hlavný faktor času vysvetľuje v sledovanom prípade viac ako 70 % celkovej variability sledovaného parametra počas doby intervencie ($F_{(1,7)} = 25,55$; $p > 0,001$, $\eta^2 = 0,701$). Vzájomná

interakcia hlavných faktorov sa neprejavila ako štatisticky významná ($F_{(1,7)} = 3,90$; $p = 0,089$, $\eta^2 = 0,107$).

Výsledky rýchlosti členku po kolízii nohy a lopty (po údere) sa zvýšili v posttestových hodnotách v porovnaní s pretestovými (Tabuľka 26). Aj v tomto ukazovateli bol v oboch skupinách hlavný faktor času významný ($F_{(1,7)} = 13,13$; $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,64$). Efekt interakcie faktorov sa však neprejavil ($F_{(1,7)} = 0,30$; $p = 601$, $\eta^2 = 0,015$).

Tabuľka 25

Výsledky vnútroskupinových efektov vybraných parametrov rýchlosti

Sledovaný parameter / Faktor		Typ súčtov					
		štvorcov	s.v.	Priemerné štvorce	F	Sig.	η^2
$v_{\text{šp}}$ (m.s^{-1})	Čas	3,16	1	3,16	9,67	0,017	0,560
	Čas*Dávka odporu	0,20	1	0,20	0,60	0,466	0,035
	Rezid. rozptyl(Čas)	2,29	7	0,33			
$v_{\text{čl}}$ (m.s^{-1})	Čas	5,91	1	5,91	25,55	0,001	0,701
	Čas*Dávka odporu	0,90	1	0,90	3,90	0,089	0,107
	Rezid. rozptyl(Čas)	1,62	7	0,23			
$v_{\text{čl-ú}}$ (m.s^{-1})	Čas	1,99	1	1,99	13,13	0,008	0,643
	Čas*Dávka odporu	0,05	1	0,05	0,30	0,601	0,015
	Rezid. rozptyl(Čas)	1,06	7	0,15			
v_{kol} (m.s^{-1})	Čas	5,86	1	5,86	3,11	0,121	0,308
	Čas*Dávka odporu	5,44E-005	1	5,44E-005	0,00	0,996	0,000
	Rezid. rozptyl(Čas)	13,18	7	1,88			
$v_{\text{kol-ú}}$ (m.s^{-1})	Čas	0,52	1	0,52	0,35	0,573	0,044
	Čas*Dávka odporu	0,86	1	0,86	0,58	0,472	0,073
	Rezid. rozptyl(Čas)	10,45	7	1,49			
v_{bok} (m.s^{-1})	Čas	0,28	1	0,28	0,62	0,458	0,078
	Čas*Dávka odporu	0,15	1	0,15	0,33	0,583	0,042
	Rezid. rozptyl(Čas)	3,19	7	0,46			
ω_1 (rad.s^{-1})	Čas	39,41	1	39,41	10,96	0,013	0,609
	Čas*Dávka odporu	0,18	1	0,18	0,05	0,831	0,003
	Rezid. rozptyl(Čas)	25,18	7	3,60			
ω_2 (rad.s^{-1})	Čas	1,91	1	1,91	0,44	0,531	0,058
	Čas*Dávka odporu	0,43	1	0,43	0,10	0,765	0,013
	Rezid. rozptyl(Čas)	30,75	7	4,39			

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Sledovanie zmien lineárnych rýchlosti kolena (maximálnej, úderovej) a boku reprezentujúceho bedrový kĺb nepreukázali signifikantné rozdiely účinkom hlavného faktoru (času), ani jeho interakcie so skupinou používajúcej rôzny odpor ($p > 0,05$).

Uhlová rýchlosť predkolenia pri extenzii kolenného kĺbu sa zvýšila počas obdobia intervencie u oboch skupín. V tomto prípade bol časový faktor signifikantný ($F_{(1,7)} = 10,96$; $p < 0,05$) a vysvetľuje viac ako 60 % z celkového rozptylu pozorovanej premennej ($\eta^2 = 0,609$). Vzájomné pôsobenie faktorov bolo nevýznamné ($F_{(1,7)} = 0,05$; $p = 0,831$, $\eta^2 = 0,003$). Nevýznamný vplyv sledovaných faktorov počas doby intervencie sme zistili taktiež v uhlovej rýchlosti stehna, pri extenzii bedrového kĺbu, počas fázy zášvihu kopu ($p > 0,05$).

Výsledky medziskupinového efektu sa nepreukázali významné ani v jednom zo sledovaných parametrov ($p > 0,05$).

4.2.3 Zmeny vybraných uhlových a dĺžkových charakteristík pri kope účinkom intervencie

Pri porovnávaní zmien efektových premenných u jednotlivých skupín sme zistili pri hodnotení zmien veľkosti uhla pri extenzii kolenného kĺbu v prvej skupine ($KS_{B1\%}$) zvýšenie sledovaného parametra o $4,84^\circ$ (3,32 %), čo indikuje tendenciu hráča zasiahnuť loptu pri údere vystretejšou končatinou. Tieto zmeny však neboli štatisticky významné ($M_1 = 140,77^\circ$, $SE_1 = 5,22^\circ$ vs. $M_2 = 145,61^\circ$, $SE_2 = 5,17^\circ$, $F_{(1,7)} = 0,55$; $p = 0,483$) (Tabuľka 26, 27). Skupina používajúca vyšší segmentový odpor ($ES_{B2\%}$) dosiahla takmer identické výsledky pri vstupnom a výstupnom meraní ($M_1 = 146,92^\circ$, $SE_1 = 4,67^\circ$ vs. $M_2 = 146,39^\circ$, $SE_2 = 45,63^\circ$, $F_{(1,7)} = 0,01$; $p = 0,930$). Veľkosť účinku v prvej skupine bol stredný ($ES_{KS_{B1\%}} = 0,50$) a veľkosť významu prírastku predstavoval $MOI_{KS_{B1\%}} = 3,46\%$. Malý efekt účinku intervencie bol zistený v skupine používajúcej hmotnosť odporu 2 % z telesnej hmotnosti hráča ($ES_{ES_{B1\%}} = 0,05$) a pokles $MOI_{ES_{B2\%}} = 0,36\%$.

Výsledky hodnotenia veľkosti minimálneho uhla pri flexii kolena kopajúcej končatiny počas fázy zášvihu preukázali zvýšenie sledovaného uhla v oboch skupinách. V prvej skupine ($KS_{B1\%}$) sa zvýšil uhol z pretestových hodnôt $M_1 = 70,10^\circ$, $SE_1 = 4,43^\circ$ na posttestové hodnoty $M_2 = 79,23^\circ$, $SE_2 = 4,08^\circ$, $F_{(1,7)} = 4,68$; $p = 0,067$ (Tabuľka 26, 27). Hodnotenie veľkosti účinku preukázalo vysokú mieru

($ES_{KSB1\%} = 1,29$ a $MOI_{KSB1\%} = 13,03 \%$). V druhej skupine ($ES_{B2\%}$) došlo k signifikantnému zvýšeniu sledovaného parametra, keď $M_1 = 70,24^\circ$, $SE_1 = 3,38^\circ$ vs. $M_2 = 79,93^\circ$, $SE_2 = 3,65^\circ$, $F_{(1,7)} = 6,60$; $p < 0,05$. V tejto skupine bol taktiež zistený vysoký efekt účinku, keď $ES_{ESB2\%} = 1,24$ a $MOI_{ESB2\%} = 13,80 \%$.

Priemerná vstupná hodnota veľkosti uhla flexie bedrového kĺbu v okamžiku kopu skupiny trénujúcej s nižším odporom predstavuje $M_1 = 141,12^\circ$, $SE_1 = 4,13^\circ$. Pri výstupnom meraní po absolvovanom tréningovom období sme zaznamenali zvýšenie hodnoty o $5,01^\circ$ ($M_2 = 146,13^\circ$, $SE_2 = 3,88^\circ$) (Tabuľka 26). Zmena veľkosti uhla flexie bedrového kĺbu pri údere však nebola signifikantná ($F_{(1,7)} = 0,50$; $p = 0,504$) (Tabuľka 27). Avšak z hľadiska hodnotenia veľkosti účinku sme zistili vysoký efekt, keď $ES_{KSB1\%} = 1,35$ a $MOI_{KSB1\%} = 3,55 \%$. V skupine trénujúcej s dvojnásobným odporom sme zaznamenali väčší rozdiel medzi vstupnými a výstupnými hodnotami v porovnaní s prvou skupinou. Napriek vyššiemu priemernému rozdielu sme nezistili signifikantné rozdiely ($M_1 = 141,31^\circ$, $SE_1 = 3,69^\circ$ vs. $M_2 = 151,28^\circ$, $SE_2 = 3,47^\circ$, $F_{(1,7)} = 2,45$; $p = 0,162$). Z hľadiska vecnej významnosti sme zistili vysoký efekt pôsobenia intervencie ($ES_{ESB2\%} = 1,28$ a $MOI_{ESB2\%} = 7,06 \%$).

Zachovanie vonkajšieho pohybového prejavu sledovanej pohybovej činnosti sme sledovali taktiež prostredníctvom posúdenia zmien dĺžky posledného kroku hráča pred kopom. Pri použití nižšieho vonkajšieho odporu ($KS_{B1\%}$) došlo k priemernému zvýšeniu dĺžky kroku o $0,07$ m ($M_1 = 1,71$ m, $SE_1 = 0,05$ m vs. $M_2 = 1,78$ m, $SE_2 = 0,07$ m) (Tabuľka 26). V druhej skupine ($ES_{B2\%}$) došlo k minimálnemu zvýšeniu dĺžky kroku, keď priemerná vzdialenosť pri vstupnom meraní predstavovala $M_1 = 1,82$ m, $SE_1 = 0,04$ m a výstupnom meraní bola $M_2 = 1,82$ m, $SE_{K2} = 0,06$ m. V oboch skupinách rozdiely medzi vstupným a výstupným meraním neboli štatisticky významné ($KS_{B1\%} : F_{(1,7)} = 1,79$; $p = 0,223$) resp. ($ES_{B2\%} : F_{(1,7)} = 0,22$; $p = 0,655$) (Tabuľka 27). Posúdenie vecnej významnosti v prvej skupine preukázali stredný efekt účinku ($ES_{KSB1\%} = 0,66$ a $MOI_{KSB1\%} = 4,10 \%$) a v druhej skupine malý efekt ($ES_{ESB2\%} = 0,18$ a $MOI_{ESB2\%} = 1,10 \%$).

Výsledky sledovania maximálnej vzdialenosti medzi špičkou kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihy a stredom lopty preukázali v oboch skupinách zvýšenie priemerných hodnôt vo výstupnom meraní v porovnaní so vstupným. Hráči kontrolnej skupiny pri vstupnom meraní mali počiatočnú vzdialenosť $M_1 = 1,67$ m, $SE_{E1} = 0,10$ m, ktorá pri výstupnom meraní bola vyššia o $0,05$ m ($M_2 = 1,72$ m, $SE_2 = 0,07$ m) (Tabuľka 26). Táto zmena nebola signifikantná ($F_{(1,7)} = 0,59$; $p = 0,468$) (Tabuľka

27). Vecná významnosť vyjadrená indexom veľkosti účinku bola nízka ($ES_{KSB1\%} = 0,37$ a $MOI_{KSB1\%} = 2,99\%$).

Tabuľka 26

Deskriptívna štatistika sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov pri kope u výskumných súborov

Parameter / Skupina		Čas	Priemer	Stredná chyba	95 % konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
$\alpha_1(^{\circ})$	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	140,77	5,22	128,42	153,11
		<i>posttest</i>	145,61	5,17	133,38	157,84
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	146,92	4,67	135,87	157,97
		<i>posttest</i>	146,39	4,63	135,45	157,33
$\alpha_2(^{\circ})$	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	70,10	3,77	61,18	79,02
		<i>posttest</i>	79,23	4,08	69,57	88,88
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	70,24	3,38	62,25	78,22
		<i>posttest</i>	79,93	3,65	71,29	88,57
$\beta(^{\circ})$	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	141,12	4,13	131,35	150,88
		<i>posttest</i>	146,13	3,88	136,95	155,31
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	141,31	3,69	132,57	150,05
		<i>posttest</i>	151,28	3,47	143,07	159,49
l_1 (m)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	1,71	0,05	1,60	1,82
		<i>posttest</i>	1,78	0,07	1,62	1,94
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	1,82	0,04	1,72	1,92
		<i>posttest</i>	1,84	0,06	1,70	1,98
l_2 (m)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	1,67	0,10	1,44	1,90
		<i>posttest</i>	1,72	0,07	1,56	1,89
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	1,80	0,09	1,60	2,01
		<i>posttest</i>	1,82	0,06	1,67	1,96
l_3 (m)	KS _{B1%}	<i>pretest</i>	1,15	0,05	1,03	1,28
		<i>posttest</i>	1,18	0,07	1,02	1,34
	ES _{B2%}	<i>pretest</i>	1,19	0,05	1,08	1,30
		<i>posttest</i>	1,23	0,06	1,09	1,37

Legenda: α_1 – veľkosť uhla pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvihu
 β – veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente údere
 l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom
 l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
 l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

Druhá skupina zaznamenala minimálnu priemernú zmenu sledovaného parametra ($M_1 = 1,80$ m, $SE_1 = 0,09$ m vs. $M_2 = 1,82$ m, $SE_2 = 0,06$ m). Zvýšenie výstupných

hodnôt v porovnaní so vstupnými nebolo štatistický významné ($F_{(1,7)} = 0,07$; $p = 0,804$), ani vecne významné ($ES_{ESB2\%} = 0,18$, $MOI_{ESB2\%} = 1,11$ %).

Nevýznamné zmeny sme pozorovali aj pri poslednom z hodnotených parametrov – absolútnej vzdialenosti kolena kopajúcej končatiny od stredu lopty vo fáze zášvihu. Rozdiely priemerných hodnôt sledovaných skupín na začiatku a konci intervenčného obdobia boli takmer totožné ($KS_{B1\%} : M_1 = 1,15$ m, $SE_1 = 0,05$ m vs. $M_2 = 1,18$ m, $SE_2 = 0,07$ m, $F_{(1,7)} = 0,89$; $p = 0,376$) resp. ($ES_{B2\%} : M_1 = 1,19$ m, $SE_1 = 0,05$ m vs. $M_2 = 1,23$ m, $SE_2 = 0,06$ m, $F_{(1,7)} = 2,41$; $p = 0,165$) (Tabuľka 26, 27). Vysoký efekt účinku bol však pozorovaný u prvej skupiny ($ES_{KSB1\%} = 0,85$ a $MOI_{KSB1\%} = 2,61$ %) a nízky efekt účinku bol zistený u druhej skupiny ($ES_{ESB2\%} = 0,30$ a $MOI_{ESB2\%} = 3,36$ %).

Tabuľka 27

Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov

Parameter / Skupina		F	Sig.
α_1 (°)	$KS_{B1\%}$	0,55	0,483
	$ES_{B2\%}$	0,01	0,930
α_2 (°)	$KS_{B1\%}$	4,68	0,067
	$ES_{B2\%}$	6,60	0,037
β (°)	$KS_{B1\%}$	0,50	0,504
	$ES_{B2\%}$	2,45	0,162
l_1 (m)	$KS_{B1\%}$	1,79	0,223
	$ES_{B2\%}$	0,22	0,655
l_2 (m)	$KS_{B1\%}$	0,59	0,468
	$ES_{B2\%}$	0,07	0,804
l_3 (m)	$KS_{B1\%}$	0,89	0,376
	$ES_{B2\%}$	2,41	0,165

Legenda: α_1 – veľkosť uhla pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvihu
 β – veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente údere
 l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom
 l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
 l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

Posudzovanie vybraných parametrov indikujúcich zachovanie, resp. narušenie pohybovej štruktúry z jej vonkajšieho prejavu nepreukázali zmeny pri pôsobení

intervencie (časový faktor) veľkosti uhla pri extenzii kolenného kĺbu v momente úderu ($F_{(1,7)} = 0,24$; $p = 0,638$, $\eta^2 = 0,032$). Taktiež vzájomná interakcia na sledovaný parameter nebola preukázaná ($F_{(1,7)} = 0,38$; $p = 0,559$, $\eta^2 = 0,049$) (Tabuľka 28).

Avšak pri sledovaní veľkosti minimálneho uhla pri flexii kolenného kĺbu vo fáze zášvihu sa hlavný faktor času preukázal ako významný v rámci vnútrogrupinového efektu ($F_{(1,7)} = 11,05$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,612$). Hlavný faktor (Čas) vysvetľoval viac ako 60 % celkovej variability modelu. Vzájomná interakcia času a aplikovanej dávky odporu nebola významná ($p > 0,05$).

Tabuľka 28

Výsledky vnútrogrupinových efektov vybraných uhlových a dĺžkových parametrov

Parameter / Faktor		Typ súčtov		Priemerné štvorce	F	Sig.	η^2
		štvorcov III	s.v.				
α_1 (°)	Čas	20,63	1	20,63	0,24	0,638	0,032
	Čas*Dávka odporu	32,12	1	32,12	0,38	0,559	0,049
	Rezid. rozptyl(Čas)	599,06	7	85,58			
α_2 (°)	Čas	393,59	1	393,59	11,05	0,013	0,612
	Čas*Dávka odporu	0,36	1	0,36	0,01	0,923	0,000
	Rezid. rozptyl(Čas)	249,35	7	35,62			
β (°)	Čas	249,57	1	249,57	2,46	0,161	0,253
	Čas*Dávka odporu	27,30	1	27,30	0,27	0,620	0,028
	Rezid. rozptyl(Čas)	711,33	7	101,62			
l_1 (m)	Čas	0,01	1	0,009	1,71	0,232	0,180
	Čas*Dávka odporu	0,003	1	0,003	0,47	0,515	0,060
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,04	7	0,01			
l_2 (m)	Čas	0,004	1	0,004	0,55	0,482	0,067
	Čas*Dávka odporu	0,001	1	0,001	0,16	0,701	0,017
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,06	7	0,01			
l_3 (m)	Čas	0,01	1	0,01	3,02	0,126	0,294
	Čas*Dávka odporu	0,00	1	0,00	0,11	0,751	0,000
	Rezid. rozptyl(Čas)	0,01	7	0,002			

Legenda: α_1 – veľkosť uhla pri extenzii kolena v momente úderu

α_2 – veľkosť minimálneho uhla pri flexii kolena vo fáze zášvihu

β – veľkosť uhla pri flexii bedrového kĺbu v momente údere

l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom

l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

Pri ďalších parametroch sme nezistili signifikantný vzťah medzi interakciou oboch faktorov (Tabuľka 28): pri veľkosti uhla pri flexii bedrového kĺbu v okamžiku úderu ($F_{(1,7)} = 0,27$, $MSE = 101,62$, $p = 0,620$, $\eta^2 = 0,028$), dĺžke posledného kroku ($F_{(1,7)} = 0,47$, $MSE = 0,01$, $p = 0,515$, $\eta^2 = 0,060$), maximálnej vzdialenosti špičky kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihu od stredu lopty ($F_{(1,7)} = 0,16$, $MSE = 0,01$, $p = 0,701$, $\eta^2 = 0,017$) a maximálnej vzdialenosti kolena kopajúcej končatiny vo fáze jej zášvihu od stredu lopty ($F_{(1,7)} = 0,11$, $MSE = 0,002$, $p = 0,751$, $\eta^2 < 0,001$).

V uvedených parametroch taktiež nebol preukázaný signifikantný účinok času ako hlavného faktoru pre zmeny vnútrogrupinových efektov ($p > 0,05$).

Zisťovanie medziskupinového efektu sa nepreukázalo významné ani v jednom zo sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov ($p > 0,05$).

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. (2006b) $26,3 \pm 3,4 \text{ m.s}^{-1}$, Apriantono et al. (2006) $28,4 \pm 1,6 \text{ m.s}^{-1}$, Dörge et al. (2002) $24,7 \pm 2,5 \text{ m.s}^{-1}$, Shinkai et al. (2008) $28,8 \pm 1,7 \text{ m.s}^{-1}$, 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 štúdiu 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. (2006a), zistili u 5 elitných hráčov (vek = 16,8 rokov) priemernú rýchlosť $32,1 \pm 1,7 \text{ m.s}^{-1}$.

Bunc & Psotta (2003) uvádzajú priemernú rýchlosťou lopty pri realizácii pokutového kopu na MS 2002 v Japonsku $31,94 \text{ m.s}^{-1}$. Wesson (2002) zistil priemernú rýchlosť 34 m.s^{-1} z 12 pokutových kopov realizovaných na MS 1996 (ENG – GER), keď najprudšia strela bola zaznamenaná u Möllera $35,76 \text{ m.s}^{-1}$. Je však veľký rozdiel realizovať pokutový kop na MS pred plným hľadiskom, v stresovej situácii, s brankárom v bráne a hlavne s iným cieľom ako bol nami definovaný pre probandov výskumu (dosiahnutie maximálnej rýchlosti lopty pri streľbe do stredu prázdnej brány).

V našom výskume sme zaznamenali najprudšiu strelu $35,50 \text{ m.s}^{-1}$, avšak u hráča, ktorý neabsolvoval intervenčný program z dôvodu absencie na vstupných meraniach (reprezentačný zraz). Najvyššia rýchlosť v rámci sledovaných skupín bola $34,92 \text{ m.s}^{-1}$. Naopak najnižšia zaznamenaná rýchlosť predstavovala $28,88 \text{ m.s}^{-1}$. Tieto výsledky sú v zhode so štúdiou Asami & Nolte (1983), ktorí zaznamenali najrýchlejšiu strelu 34 m.s^{-1} u profesionálneho hráča. Nunome et al. (2006a) uvádza najrýchlejšiu strelu u elitného mladého hráča $34,6 \text{ m.s}^{-1}$. V bundesligovom klube FC Bayern München zaznamenali najtvrdšiu strelu u holandského útočníka Roya Makkaya – $33,89 \text{ m.s}^{-1}$ pred ďalšími Holanďanmi Danielom Van Buytenom $33,61 \text{ m.s}^{-1}$ a Markom van

Bommelom $33,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, avšak metóda zisťovania rýchlosti streľby nie je spomenutá (Tvrdosť striel. In: Denník šport, 2006).

Naši probandi sa prejavili v sledovanom parametri ako homogénny výskumný súbor, keď smerodajná odchýlka dosiahnutej rýchlosti bola nižšia v oboch skupinách pri vstupnom meraní ($SD = 1,22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v štúdiu A resp. $SD = 0,87 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v štúdiu B). Probandi v ďalších štúdiách mali vyššie hodnoty variability v porovnaní s našimi výsledkami (Apriantono et al., 2006; Asami & Nolte, 1983; Dörge et al., 2002; Nunome et al., 2002; Nunome et al., 2006b; Shinkai et al., 2008).

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

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 korenšponujú so zistením Manolopoulos et al. (2006), ktorí uvádzajú signifikantný nárast rýchlosti lopty po aplikácii 10 - týždňového silového programu v kombinácii s futbalovo špecifickým tréningom (streľba, imitácia streľby s elastickými odporami, drobné pohybové hry s lokálnym odporom a pod.). V staršej štúdiu, 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. $27,9 \pm 1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Pri klasickom silovom tréningu boli navyše použité cvičenia s imitáciou kopu (pomocou spodných kladiek).

Avšak problémom v danej štúdiu bol fakt, že napriek činnostiam stimulujúcich rýchlostno – silové predpoklady, odpor pri elastických prostriedkoch postupne narastá (naťahovanie expandra), čo je v rozpore z vnútornou podmienenosťou realizovanej pohybovej činnosti. Taktiež nie je uvedená kvantifikácia odporu (tuhosť elastického

odporu, resp. vzdialenosť hráča imitujúceho streľbu od uchytenia odporu a pod.). Ako uvádza Verchošanskij (1972), je potrebné vychádzať nielen z konkrétnych svalových skupín realizujúcich pohybovú činnosť, ale taktiež z „pracovného efektu“ ich činnosti, ktorý sa prejavuje v okamžiku, keď ťah svalu je najväčší vzhľadom k riešenej pohybovej úlohe. Preto je potrebné sa orientovať na priestorové, časové a dynamické charakteristiky pohybu a zaistiť ich opakovanie v špeciálnych cvičeniach.

Porovnateľné zlepšenie výkonu pri kope uvádzajú vo svojej štúdií De Proft et al. (1988a), ktorý zaznamenali zlepšenie výkonu o 4 % vyjadreného dĺžkou kopu, pri súčasnom náraste koncentrickej sily extenzorov kolenného kĺbu o 25 %. Tieto skutočnosti naznačujú, že svalová sila je dôležitým činiteľom výkonu kopu a môže byť rozvíjaná prostredníctvom vhodného tréningu aj počas súťažného obdobia. Je však potrebné poznamenať, že zlepšenie nebolo len účinkom zlepšením svalovej sily, ale taktiež technickou prípravou kopu, čo pre športovú prax znamená, že pri rozvoji silových predpokladov je potrebné pokračovať v stimulácii a retencii neuromuskulárnej kontroly pohybu.

Dutta & Subramanium (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. Ďalej je potrebné spomenúť, že na žiadnom izokinetickom dynamometri nedokážu hráči simulovať pohyb kopu v rýchlostiach, ktoré sa objavujú v reálnych podmienkach.

Niektoré štúdie však zistili opačné výsledky (Aagaard et al., 1993; Trolle et al., 1993). Trolle et al. (1993) uvádzajú, že silový tréning s vysokým odporom nezlepšil rýchlosť streľby. Z výsledkov prác plynulo odporúčanie, trénovať cvičenia stimulujúcich príslušnú neurálnu koordináciu, aby sa zlepšil výkon pri kope u vrcholových hráčov.

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).

Anderson & Sideway (1994) uvádzajú zlepšenie rýchlosti kopu u univerzitných hráčov prostredníctvom špecifického tréningu bez odporu po 10 týždňoch intervencie.

Ball (2008) v americkom futbale zisťoval účinnosť použitia ťažších lôpt (nasiaknutých vodou) počas 4 týždňového obdobia na vzdialenosť kopu u elitných austrálskych hráčov ($n = 27$). Hmotnosť lopty bola zvýšená zo 450 g na hodnotu 500 g. Autor sledoval účinnosť špecifického tréningu pri použití ťažších lôpt (SK1), kombinácii ťažších lôpt a lôpt s regulárnou hmotnosťou (SK2) a pri použití lôpt s regulárnou hmotnosťou (SK3). Prvá skupina sa zlepšila o 9,06 %, druhá skupina o 7,41 % a kontrolná skupina 1,60 %. Z výsledkov štúdie vyplýva, že dĺžku kopu ovplyvnilo používanie ako ťažších lôpt (metóda vonkajšieho doplnkového odporu), tak ich kombinácia s loptami s regulárnou hmotnosťou (metóda variabilného pôsobenia).

Limity tejto štúdie spočívajú jednak v krátkom intervenčnom období (4 týždne) a pomerne nízkom zastúpení intervenčného podnetu (celkovo 51 kopov).

Istú analógiu môžeme nájsť v metaanalytickej štúdii (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 štúdii „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 Manopolopoulos 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. Autori však neuvádzajú konkrétne hodnoty pretestových a posttestových hodnôt, ako aj percentuálne vyjadrenie zvýšenia

rýchlosti. V štúdiu Manolopoulos et al. (2004) uvádzajú po 8 - týždňovom silovom tréningu u amatérskych hráčov ($n = 8$) nárast lineárnej rýchlosti špičky o 8,24 % ($23,4 \pm 3,1$ vs. $25,5 \pm 1,1$ m.s⁻¹).

Priemerné vstupné hodnoty lineárnej rýchlosti špičky v oboch našich štúdiách boli $18,67 \pm 0,97$ m.s⁻¹ resp. $18,09 \pm 1,03$ m.s⁻¹.

Nami zistené výsledky boli nižšie v porovnaní so štúdiou Nunome et al. (2006a), ktorí uvádzajú rýchlosť $23,8 \pm 1,0$ m.s⁻¹. Taktiež Apriantono et al. (2006) uvádzajú u siedmich seniorských hráčov Japonskej ligy priemernú lineárnu rýchlosť špičky vyššiu ako naši probandi ($27,1 \pm 1,2$ m.s⁻¹). Avšak je porovnateľná s hodnotami uvádzanými v štúdiu Dörge et al. (2002), kde priemerná lineárna rýchlosť špičky bola $18,6$ m.s⁻¹ a rozpätie predstavovalo $16,1 - 20,3$ m.s⁻¹. Shinkai et al. (2008) u skúsených seniorských hráčov uvádzajú hodnoty $20,6 \pm 1,00$ m.s⁻¹. Lees & Nolan (2002) uvádzajú u dvoch profesionálnych hráčov priemernú hodnotu z desiatich pokusov $20,24 \pm 0,25$ m.s⁻¹ resp. $18,36 \pm 0,21$ m.s⁻¹ a Egan et al. (2007) u desiatich skúsených hráčov uvádzajú maximálnu priemernú rýchlosť nohy $14,5 \pm 2,7$ m.s⁻¹. Avšak bližšie nešpecifikuje o aký bod reprezentujúci nohu sa v danom výskume jednalo.

Rýchlosť nohy bezprostredne pred úderom sa považuje za silný determinant počiatkovej 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. Rýchlosť nohy je funkciou lineárnej rýchlosti kolena a uhlovej rýchlosti predkolenia. Levanon & Dapena (1998) uvádzajú, že najväčší podiel na výslednú rýchlosť chodidla pri futbalovom kope má fáza extenzie kolenného kĺbu pred úderom do lopty.

Miera asociácie vyjadrená korelačným koeficientom medzi rýchlosťou špičky a rýchlosťou lopty predstavuje v našom výskume pri vstupných meraniach všetkých probandov $r_{vst} = 0,504$ ($p < 0,05$) a vo výstupných meraniach $r_{výst} = 0,454$ ($p < 0,05$). Apriantono et al. (2006) uvádzajú korelačný koeficient medzi lineárnou rýchlosťou špičky a rýchlosťou lopty u siedmich seniorských ligových hráčov ($r = 0,572$). V staršej štúdiu Levanon & Dapena (1998) uvádzajú veľkosť korelačného koeficientu $r = 0,83$. Z výsledkov je možné usudzovať, že existuje stredne vysoká miera asociácie medzi rýchlosťou špičky a rýchlosťou nohy. Domnievame sa, že najväčší podiel

rozptylu sledovaných rýchlostí spôsobuje moment mechanickej kolízie pri údere a miera plantárnej resp. dorzálnej flexie nohy pred úderom do lopty.

Ďalším z ukazovateľov vyjadrujúcich účinnosť kopu je pomer medzi rýchlosťou nohy a rýchlosťou lopty (Lees & Nolan, 1998). V našej štúdii „A“ pri vstupných meraniach predstavoval pomer daných parametrov u športovcov trénujúcich s odporom ($ES_{A1\%}$) $1,75 \pm 0,04$ a na konci intervencie sa znížil o 7,43 % ($1,62 \pm 0,07$). V druhej skupine ($KS_{A0\%}$) bola počiatočná úroveň $1,67 \pm 0,09$ a vo výstupnom meraní bola takmer rovnaká $1,69 \pm 0,12$. V štúdii „B“ pri použití odporu o hmotnosti 1 % z telesnej hmotnosti hráča ($KS_{B1\%}$) sa znížil pomer rýchlosti lopty a lineárnej rýchlosti špičky z hodnoty $1,67 \pm 0,09$ na výstupnú hodnotu $1,62 \pm 0,11$. Avšak v skupine používajúcej vyšší odpor ($ES_{B2\%}$) sme zaznamenali takmer identické hodnoty pri vstupnom a výstupnom meraní ($1,68 \pm 0,08$ vs. $1,66 \pm 0,04$). Pri porovnaní našich údajov s dostupnou literatúrou zistujeme nižšie hodnoty. Isokawa & Lees (1988) uvádzajú pomer rýchlosti medzi rýchlosťou špičky a rýchlosťou lopty 1,11. Lees & Nolan (2002) uvádzajú u dvoch profesionálnych hráčov hodnoty $1,31 \pm 0,04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ resp. $1,32 \pm 0,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Podobne Nunome et al. (2006a) uvádzajú tento pomer u elitných mladých hráčov 1,35. Shinkai et al. (2008) u skúsených hráčov zistili hodnotu $1,4 \pm 0,07$. Avšak rozdiely medzi uvedenými štúdiami sa môžu líšiť podľa toho, akú časť nohy výskumníci brali do úvahy (Isokawa & Lees, 1988).

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.

Aj keď výsledky našej štúdie naznačujú zlepšenie pomeru medzi rýchlosťou lopty a rýchlosťou špičky, zlepšenie vlastností počas tejto mechanickej kolízie si vyžaduje z hľadiska vedeckého skúmania osobitný prístup a z hľadiska športovej praxe špecializované cvičenia pre uvedený problém. Rovnakého názoru o zaradení cvičení s cieľom zlepšenia pevnosti nohy v zmysle príslušných svalových skupín a väzov, ktoré znížia jej deformáciu pri údere, prezentujú Lees & Nolan (1998).

Fáza úderu, ktorá je vymedzená dobou kontaktu medzi nohou a loptou, je najkratšia v rámci jednotlivých fáz kopu. V štúdii Nunome et al. (2006b) autori uvádzajú priemerný čas kontaktu nohy a lopty u seniorských hráčov ($n = 9$, vek $27,6 \pm 5,6$ rokov) hodnotu $9,1 \pm 0,7$ ms. Shinkai et al. (2008) uvádzajú kontaktný čas u skúsených hráčov ($n = 11$, vek = $21,5 \pm 2,0$ rokov) hodnotu $9,5 \pm 0,5$ ms. Z výsledkov štúdií vyplýva, že ako lineárna rýchlosť špičky, ako aj členka sa vysoko

vzťahujú k rýchlosti lopty. Pre detailnejšie posúdenie fázy kontaktu sme v našich podmienkach s dostupným materiálno – technickým vybavením neboli schopní spoľahlivo diagnostikovať tento údaj. Avšak počas tak krátkej fázy hráč nemá možnosť ovplyvniť „kvalitu“ kopu a tak činitele, ktoré ho podmieňujú, sa odohrávajú v skorších fázach tejto pohybovej činnosti.

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 členku 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 rýchlosti extenzie kolena pri vstupnom meraní ($24,83 \pm 3,31 \text{ rad.s}^{-1}$ v štúdiu „A“, resp. $26,75 \pm 2,53 \text{ rad.s}^{-1}$ v štúdiu „B“) korešpondujú zo štúdiou Lees & Nolan (2002), ktorí uvádzajú u seniorských hráčov ($n = 2$) hodnoty uhlovej rýchlosti $23,8 \pm 1,4 \text{ rad.s}^{-1}$, resp. $18,5 \pm 1,3 \text{ rad.s}^{-1}$. Ďalšie štúdie uvádzajú vyššie uhlové rýchlosti extenzie kolenného kĺbu pri kope. Apriantono et al. (2006) zaznamenali u siedmich seniorských hráčov Japonskej ligy priemernú maximálnu hodnotu uhlovej rýchlosti predkolenia $37,1 \pm 3,4 \text{ rad.s}^{-1}$ a uhlovú rýchlosť stehna $16,6 \pm 1,4 \text{ rad.s}^{-1}$. Dörge et al. (2002) zistili u skúsených hráčov priemernú uhlovú rýchlosť predkolenia $28,1 \text{ rad.s}^{-1}$. Nunome et al. (2006a) publikujú u mladých elitných hráčov priemernú uhlovú rýchlosť predkolenia $39,4 \pm 4,3 \text{ rad.s}^{-1}$.

Nami 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 % ($SK_{A0\%}$).

Manolopoulos et al. (2006) uvádzajú signifikantný nárast uhlovej rýchlosti extenzie kolenného kĺbu účinkom kombinovaného silového a futbalovo – špecifického tréningu u amatérskych hráčov, keď pretestová hodnota $26,5 \pm 4,3 \text{ rad.s}^{-1}$ sa zvýšila vo výstupnom meraní o 18,96 % ($32,7 \pm 2,7 \text{ rad.s}^{-1}$). U kontrolnej skupiny zistil rovnakú priemernú hodnotu pri vstupnom aj výstupnom meraní ($24,5 \pm 9,8 \text{ rad.s}^{-1}$ resp. $24,5 \pm 9,6 \text{ rad.s}^{-1}$). V staršej štúdiu, Manolopoulos et al. (2004), uvádzajú u amatérskych

hráčov ($n = 8$) po 8 - týždňovom silovom tréningu ($3 \times /$ týždeň) nárast uhlovej rýchlosti kolena o 11,60 % ($25,8 \pm 5,8$ resp. $29,3 \pm 6,1 \text{ rad.s}^{-1}$).

Podobne Perez - Gomez et al. (2008) uvádzajú po 6 týždňovom kombinovanom silovom a plyometrickom tréningu u študentov telesnej výchovy ($n = 16$) signifikantný nárast uhlovej rýchlosti kolenného kĺbu ($p < 0,05$), keď sa skupina zlepšila o 10,61 % ($21,9 \pm 1,3$ vs. $24,5 \pm 1,2 \text{ rad.s}^{-1}$). Autori zistili taktiež signifikantné zmeny pri výške vertikálneho výskoku a vyššie zastúpenie svalových vlákien typu FT IIa na úkor FT I ($p < 0,05$).

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. počiatočnej úrovne gradientu nárastu sily v čase IRFD (*Initial Rate Force Development*).

V športoch, kde sa vyskytujú veľmi rýchle pohyby pri malom odpore, je vysoká úroveň IRFD nevyhnutná pre optimálny výkon (Schmidtbleicher, 1992). Jedná sa prevažne o pohyby acyklického charakteru (hod oštepom, úder v boxe, hod či kop maximálnym úsilím v športových hrách).

Zlepšenie neuromuskulárnych vlastností pri dynamickom tréningu preukázali napr. práce Nordstrom et al. (1992), Moritani et al. (1992), ktoré uvádzajú, že dynamický tréning podporuje vyšší počiatočný nábor motorických jednotiek a zvyšuje taktiež synchronizáciu počas balistických kontrakcií, čím dochádza k zvýšeniu úrovne RFD. Manolopoulos et al. (2004) zistili u amatérskych hráčov ($n = 8$) po 8 - týždňovom silovom tréningu signifikantný nárast nielen RFD, ale taktiež maximálnej a relatívnej sily dolných končatín.

Pozitívny vplyv pri miernom zvýšení hmotnosti dolných končatín vo forme vonkajšieho doplnkového odporu na zvýšenie sily a výkonu v priebehu plyometrického cyklu svalovej práce preukázal napr. Anderson (2003), ktorý sledoval pozitívny vplyv aplikácie lokálneho odporu (manžety na členkoch) a hmotnostnej vesty v šesťtýždňovom programe atlétov. Výsledky sa prejavili vo výbušnej sile dolných končatín (skok do diaľky z miesta, vertikálny výskok z miesta) a pri šprinte (beh na 40 yardov). Prvá skupina realizovala klasický silový tréning ($3 \times /$ týždeň), kým druhá vykonávala ten istý tréning a plyometrický tréning so segmentovým odporom a s hmotnostnou vestou (bezprostredne po klasickom silovom tréningu).

Hmotnosť segmentového odporu bola 2,5 pd (1,136 kg) na každom členku a hmotnostnej vesty 10 – 12 % z telesnej hmotnosti probanda.

Kellis & Katis (2007) uvádzajú názor, že rýchlá flexia a extenzia kolena je dôležitým aspektom výkonu futbalového kopu. Tento pohyb je sprevádzaný natiahnutím kolenných flexorov počas fázy zášvihu po ktorej bezprostredne nasleduje skrátenie počas pohybu predkolenia vpred. Rovnako na význam činnosti nat'ahovaco – skracovacieho cyklu ako na významný prvok pre dobre realizovaný kop upozorňujú Lees & Nolan (1998).

Bowder et al. (1991) uvádzajú, že rýchlá flexia v kolennom kĺbe počas fázy zášvihu umožňuje hráčovi využiť zásoby potencionalnej energie, pretože v oblasti kolena sú výrazné mechanicko – elastické vlastnosti (väzivá a svaly), čo umožňuje nadobudnutie vyššej rýchlosti nohy. Nahromadenie potencionalnej energie v priebehu excentrickej svalovej činnosti sa tak môže využiť pri koncentrickej kontrakcii. Avšak prechod medzi oboma fázami by mal byť čo najkratší (Bührle, 1989; Verchošanskij, 1996; Watkins, 1999). Platí, že čím je fáza natiahnutia výraznejšia, tým mohutnejšia a rýchlejšia je následná koncentrická kontrakcia. Pritom vysoká rýchlosť natiahnutia spojovacích tkanív je možná len pri vysokej produkcii svalovej sily (Watkins, 1999). Ak pri realizácii činnosti plyometrického charakteru je prechod medzi obomi fázami (amortizačnou a prekonávajúcou) dlhý, vzniknutá potencionalna energia, ktorá sa naakumulovala počas priebehu amortizačnej fázy, sa začína meniť na teplo a s pribúdajúcim časom, sa znižuje jej miera využitia (Huijing, 1992; Komi, 1992; Verchošanskij, 1996; Watkins, 1999). Jedno z možných vysvetlení o nižšom prírastku úrovne uhlovej rýchlosti pri extenzii kolena je vyšší odpor (2 % z TH hráča), ktorý spôsobil dlhšiu fázou prechodu medzi excentrickou kontrakciou a koncentrickou kontrakciou. Avšak tieto hypotézy si vyžadujú hlbšie skúmanie na základe napr. EMG analýzy v kombinácii s kinematickou analýzou s využitím vysokofrekvenčnej kamery.

Kellis & Katis (2007) usudzujú, že pokiaľ hlavným cieľom kopu je dosiahnutie maximálnej rýchlosti lopty, potom činnosť antagonistov (flexorov kolenného kĺbu) vo finálnej fáze kopu bude limitujúcim faktorom výkonu. To je v súlade so zistením, že u hráčov vyššej výkonnosti je vyššia aktivita agonistov a nižšia antagonistických svalových skupín počas švihovej fázy ako u hráčov nižšej výkonnosti (De Proft et al., 1988b).

Avšak Masuda et al. (2005) nezistili signifikantný vzťah medzi veľkosťou sily pri flexii resp. extenzii kolena vo vzťahu k rýchlosti lopty.

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). Priemerná vstupná hodnota predstavuje $9,59 \pm 0,77 \text{ m.s}^{-1}$ (štúdia „A“) resp. $8,62 \pm 0,99 \text{ m.s}^{-1}$ (štúdia „B“). Pri porovnaní s dostupnou literatúrou sú nami zistené rýchlosti vyššie ako uvádza štúdia autorov Lees & Nolan (2002), ktorí u dvoch profesionálnych hráčov zistili hodnoty maximálnej lineárnej rýchlosti kolena $5,40 \pm 0,30 \text{ m.s}^{-1}$ resp. $5,80 \pm 0,14 \text{ m.s}^{-1}$ na základe desiatich pokusov.

Manolopoulos et al. (2006), ktorí sledovali účinok 10 - týždňového silového programu v kombinácii so špecifickým futbalovým tréningom u amatérskych hráčov, nezistili signifikantné rozdiely v lineárnej rýchlosti kolena pri kope priamym priehlavkom. Štúdia neuvádza žiadne koeficienty vecnej významnosti.

Barfield (1995) uvádza strednú mieru závislosti medzi maximálnou lineárnou rýchlosťou kolena a rýchlosťou lopty $r = 0,61$. Avšak štúdia Nunomeho et al. (2006a) tento vzťah nepotvrdila.

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, 1996; Lees & Nolan, 1998).

Dörge et al. (2002) uvádzajú na základe sledovania vysokofrekvenčnej kamery (400 Hz) rýchlosť kolena v momente úderu u siedmich skúsených hráčov v rozsahu $0,06 - 0,56 \text{ m.s}^{-1}$.

Zaujímavým zistením je pokles uhlovej rýchlosti stehna počas fázy zášvihu (extenzie bedrového kĺbu) u všetkých skupín používajúcich prídavný odpor ($SK_{A1\%} = 7,01\%$, $SK_{B1\%} = 9,74\%$ a $SK_{B2\%} = 4,39\%$). 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.

Pri švihovej práci dolnej končatiny zohrávajú hlavnú úlohu flexory bedrového kĺbu. Pri zášvihu sú kontrahované excentricky až do zastavenia pohybu a ich aktivita sa stáva koncentrickou pri zrýchlení stehna smerom k lopte (Robertson & Mosher, 1985). Dörge et al. (1999) na základe bodovej EMG analýzy uvádzajú vysokú činnosť *m. iliopsoas* počas začiatku kopu a následne vysokú aktiváciu *m. rectus femoris* počas fázy zášvihu. Vysoká činnosť *m. iliopsoas* počas fázy zášvihu je indikátorom dôležitosti úlohy svalových flexorov bedrového kĺbu pri kope. Bezprostredne pred kontaktom s loptou sa extenzory bedrového kĺbu stávajú dominantou svalovou skupinou, pretože zapríčiňujú spomalenie stehna a kolena, ba dokonca u niektorých hráčov až zastavenie pohybu (Luhtanen, 1994). Pre dokončenie švihu je charakteristická koncentrická kontrakcia flexorov kolenného kĺbu, ktorá nasleduje po excentrickej kontrakcii. Kolenné extenzory dominujú svojou činnosťou počas fázy zášvihu a švihu vpred k lopte. Táto excentrická činnosť svalov spočiatku znižuje úroveň pôsobenia flexorov bedrového kĺbu spôsobenú zášvihom dolnej končatiny a skrátením momentu flexorov bedrového kĺbu. Kolenné extenzory potom pôsobia krátko a zapríčiňujú istý stupeň extenzie kolenného kĺbu. Kolenné flexory by mali pôsobiť preventívne proti hyperextenzii a možnému poškodeniu kolena (Robertson & Mosher, 1985).

Na druhej strane Kellis & Katis (2007) usudzujú, že pokiaľ hlavným cieľom kopu je dosiahnutie maximálnej rýchlosti lopty, potom činnosť antagonistov (flexory kolenného kĺbu) vo finálnej fáze kopu bude limitujúcim faktorom výkonu kopu. To je v súlade so zistením, že u hráčov vyššej výkonnosti je vyššia aktivita agonistov a nižšia antagonistických svalových skupín počas švihovej fázy ako u hráčov nižšej výkonnosti (De Proft et al., 1988b).

Zdá sa, že rýchla flexia a extenzia kolena je dôležitým aspektom výkonu futbalového kopu (Kellis & Katis, 2007). Na druhej strane Dörge et al. (1999) vo svojej štúdií, kde kombinovali použitie kinematickej analýzy a EMG analýzy, nepreukázali signifikantný vplyv momentu sily vo fáze zášvihu (extenzie bedrového kĺbu) pri kope na výslednú rýchlosť lopty. Taktiež nezistili významný vplyv poklesu rýchlosti stehna pri flexii bedrového kĺbu na činnosť predkolenia pri kope. Vyšetrenie úrovne EMG aktivity príslušných svalov zapojených pri kope vykazuje vo výskumoch veľkú variabilitu, ktorá neumožňuje presné zovšeobecnenie činnosti svalových skupín pri kope (Kellis & Katis, 2007).

Dôležitým aspektom futbalového kopu je súhra medzi rozličnými svalovými skupinami. Z uvedených dôvodov bude potrebné sa v ďalšom výskume zaoberať sledovaním nielen úrovne silových parametrov príslušných svalových skupín (rôzneho druhu, prejavu a charakteru silových schopností), ale taktiež ich vzťahom k ďalším parametrom realizácie kopu (kinematickým, dynamickým).

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 %. Už pri vstupnom meraní dosiahla táto skupina najvyššiu hodnotu v rámci sledovaných súborov. Hráč rozbehom získava určitú horizontálnu rýchlosť, ktorú by mal účinne transformovať do hlavnej fázy pohybu s acyklickým prejavom (úder nohy pri kope). Parametre rozbehu (dĺžka, počet krokov, uhol rozbehu) neboli sledované v našom výskume, preto je obtiažne zovšeobecniť pozorované rozdiely použitím resp. nepoužitím vonkajšieho doplnkového odporu. Zdá sa, že pokiaľ hráči pri kope dosahujú lineárnu rýchlosť boku v rozmedzí 2- 3 $m \cdot s^{-1}$, z hľadiska ďalšej minimalizácie tejto rýchlosti už použitie vonkajšieho odporu vo forme manžiet nebude účinné. Lees & Nolan (2002) uvádzajú priemernú maximálnu hodnotu z desiatich pokusov u dvoch profesionálnych seniorských hráčov $2,64 \pm 0,05 m \cdot s^{-1}$ resp. $3,12 \pm 0,17 m \cdot s^{-1}$.

Manolopoulos et al. (2006) taktiež nezistili signifikantné zmeny v lineárnej rýchlosti bedrového kĺbu u amatérskych hráčov účinkom kombinovaného silového a futbalovo špecifického tréningu. Aj keď autori uvádzajú signifikantné zmeny lineárnej horizontálnej vzdialenosti premiestnenia ťažiska hráča počas všetkých troch fáz kopu, nedošlo k významným zmenám lineárnej horizontálnej resp. vertikálnej rýchlosti ťažiska hráča.

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 $70,24^\circ$, vo výstupnom meraní sa zväčšil o 12,13 % ($79,93^\circ$). K zväčšeniu uhla došlo aj v ďalších skupinách (aj keď ku nesignifikantnému) používajúcim prídavný odpor. Naopak kontrolná skupina ($KS_{A0\%}$) znížila tento parameter o $1,26^\circ$. 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 (umiestnenie odporu). Je možné usudzovať, že aj v našom prípade došlo k zmenám veľkosti minimálneho uhla účinkom použitia vysokého prídavného odporu. Čím bol odpor vyšší, tým výraznejšie zmeny sme pozorovali. Tento predpoklad potvrdzuje aj zníženie uhlovej rýchlosti stehna pri extenzii bedrového kĺbu vo fáze zášvihu. Avšak nezistili sme signifikantné rozdiely medzi vzdialenosťou kolena resp. špičky kopajúcej končatiny vo fáze zášvihu od stredu lopty. Z daného dôvodu je možné usudzovať o možných zmenách veľkosti rotácie panvy a stehna pri jeho addukcii v momente zášvihu. Tento

parameter sme však nesledovali. Ako uvádzajú výskumy (Lees & Nolan, 2002) rotácia panvy a veľkosť sily stehenných adduktorov (Masuda et al., 2005) zohrávajú významnú úlohu pri kope.

Počas kopu sa noha správa ako otvorený kinematický reťazec. V niektorých prípadoch sa vo fáze zášvihú úroveň chodidla preferovanej končatiny dostala nad úroveň bedrového kĺbu, čo môže byť determinované nielen úrovňou futbalových zručností, ale aj kĺbovou flexibilitou a svalovou elasticitou hráča.

Väčší rozsah pohybu kolenného kĺbu umožňuje hráčovi zvýšiť maximálnu rýchlosť nohy, pretože môže vyvíjať akceleráciu na dlhšej dráhe pohybu (Egan et al., 2007). Väčší rozsah pohybu v kolennom kĺbe počas kopu, ako aj rýchlejšia flexia, sú typické pre skúsených hráčov v porovnaní s menej skúsenými.

Veľkosť uhla extenzie kolenného kĺbu pri údere bola v našom výskume pri vstupných hodnotách $142,11 \pm 11,96^\circ$ (štúdia „A“) resp. $144,18 \pm 9,71^\circ$ (štúdia „B“). Lees & Nolan (2002) uvádzajú nižšie hodnoty na základe 10 pokusov sledovaných u dvoch profesionálnych hráčov $124,2 \pm 5,2^\circ$ resp. $126,2 \pm 3,4^\circ$. Kellis et al. (2006) uvádzajú u amatérskych seniorských hráčov ($n = 10$) veľkosť uhla $130,3 \pm 13,73^\circ$.

Veľkosť uhla pri extenzii kolenného kĺbu v momente úderu sa signifikantne nezmenila ani v jednej zo sledovaných skupín. Pri použití nižšieho odporu sme pozorovali tendenciu k zvýšeniu uhla cca o 5° , čo umožňuje hráčovi kontakt s loptou pri vystretejšej nohe. V ďalšej fáze dochádza k plnej extenzii kolenného kĺbu pri deformácii lopty účinkom zásahu až $6,8 \pm 0,6$ cm (Shinkai et al., 2008). Deformáciu lopty pri kolízii môžeme sledovať na obrázku 41 (Sterzing et al., 2008). Nami použitá technika nám neumožnila z technických parametrov sledovať podrobnejšie zmeny niektorých parametrov pri kope vo fáze úderu. Z hľadiska sledovania veľkosti uhla extenzie kolenného kĺbu je taktiež podstatná otázka veľkosti uhla rozbehu. Ako uvádzajú Isokawa & Less (1988), optimálny uhol rozbehu je $30 - 45^\circ$, pretože tento uhol umožňuje nohe vyklonenie sa z frontálnej roviny a pri vystretejšej nohe môže byť tak hlbšie umiestená pod loptu, čo umožňuje nohe lepší kontakt s loptou. Avšak Masuda et al. (2005) pri sledovaní rýchlosti lopty po rozbehu pod rôznym uhlom ($0,00$ rad, $1,57$ rad, $2,36$ rad a vlastný preferovaný uhol) nezistili signifikantné rozdiely rýchlosti lopty. V našej štúdii sme uhol rozbehu nebrali do úvahy, keď hráči sa rozbiehali pod ich preferovaným uhlom rozbehu.



Obrázok 41 Deformácia lopty pri údere (Sterzing et al., 2008)

Veľkosť uhla flexie bedrového kĺbu v momente úderu sa použitím doplnkového odporu zvýšila v absolútnych hodnotách o 3,31 % ($ES_{A1\%}$), 3,43 % ($KS_{B1\%}$) a o 6,59 % ($ES_{B2\%}$). V kontrolnej skupine bez odporu došlo k zníženiu uhla o 2,75 % ($KS_{A0\%}$).

Hodnota veľkosti uhla v našom výskume pri vstupnom meraní bola $144,47 \pm 11,79^\circ$ (štúdia „A“) resp. $141,22 \pm 7,29^\circ$ (štúdia „B“). Nami zistené hodnoty boli nižšie v porovnaní s uvádzanými hodnotami u dvoch profesionálnych hráčov $158,0 \pm 3,9^\circ$ resp. $149,2 \pm 1,3^\circ$ (Lees & Nolan, 2002). Už na základe smerodajnej odchýlky je možné usudzovať, že v tomto parametri sú interindividuálne rozdiely a odborná literatúra neuvádza vhodný interval rozsahu pre daný parameter.

V skupinách používajúcich vonkajší doplnkový odpor došlo k predĺženiu dĺžky posledného kroku. V skupinách používajúcich nižší odpor boli zmeny vyššie ($ES_{A1\%} = 3,28\%$, $KS_{B1\%} = 3,93\%$) v porovnaní so skupinou používajúcou dvojnásobný odpor ($ES_{B2\%} = 1,09\%$). U kontrolnej skupiny s nižším odporom došlo k zníženiu dĺžky kroku o 3,89 % ($KS_{A0\%}$). Tieto zmeny neboli štatisticky významné. Faccioni (1994) a Jakalski (1998) uvádzajú, že pri používaní doplnkového odporu síce dochádza ku skráteniu bežeckého kroku, jeho frekvencie a predĺženiu kontaktnej (oporovej) fázy, ale nemáme informácie, ako sa tento parameter mení po cielelom tréningu pri behu bez odporu. Je preto dôležité v ďalšom výskume sledovať taktiež kinematické parametre rozbehu a nielen kľúčových fáz kopu. Taktiež bude dôležité sledovanie niektorých parametrov z hľadiska inverznej dynamiky oporovej nohy pri kope (biomechanické parametre vyplývajúce zo silovej krivky v čase pri oporovej fáze dolnej končatiny – čas trvania oporovej fázy, čas trvania brzdnjej fázy, maximálna hodnota vertikálnej zložky sily, impulz sily a pod.).

Pri použití prídavného odporu sme sa pokúšali zistiť nielen jeho efektívnosť na zvýšenie acyklickej rýchlosti pri v špecifických podmienkach, ale taktiež sme pozorovali zmeny narušenia pohybovej štruktúry z hľadiska jej vonkajšieho prejavu.

Aj keď nedošlo ku zmenám vonkajších charakteristík pri nižšom odpore ($ES_{A1\%}$), v prípade jeho dvojnásobku ($ES_{B2\%}$) došlo k zmene veľkosti minimálneho uhla pri flexii kolenného kĺbu vo fáze zášvihu nohy. Môžeme tak usudzovať, že odpor o veľkosti 2 % z telesnej hmotnosti hráča môže byť hraničný pre stimuláciu acyklickej rýchlosti kopu, pretože môže spôsobiť prenesenie hlavného zaťaženia na nešpecifické svalové skupiny, resp. môže narušiť pohybový vzorec kopu. Avšak tento predpoklad je vhodné verifikovať ďalšími štúdiami s komplexnejším sledovaním parametrov (kinematiky, dynamiky, kinetiky a pod.).

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.

Ako uvádzajú Kellis & Katis (2007), rýchlosť streľby je podmienená rôznymi faktormi (technikou streľby, optimálnym transferom energie medzi jednotlivými segmentmi, úrovňou zručnosti hráča, rýchlosťou a uhlom rozbehu, vekom, dominanciou končatiny, úrovňou sily dolnej končatiny, únavou a iné), preto je takmer nemožné brať do úvahy všetky kovariačné premenné ovplyvňujúce parametre kopu.

Počas intervencie nedošlo k žiadnemu zraneniu pri používaní vonkajšieho doplnkového odporu. Z uvedeného dôvodu je možné usudzovať, že vonkajší

doplnkový odpor do veľkosti 2 % z telesnej hmotnosti hráča vo forme manžety, ktorá je umiestnená nad členkom hráča, nevedie k nadmernému zaťaženiu, ktoré by viedlo k možnosti jeho zranenia. Podobne Escamilla et al. (2000) v metaanalýze používania ťažších a ľahších lôpt v baseballe taktiež neuvádzajú žiadny prípad zranenia.

6 ZÁVERY VÝSKUMU A ODPORÚČANIA PRE ŠPORTOVÚ PRAX

So zvyšujúcou sa úrovňou športovej výkonnosti sa kladú aj vyššie požiadavky na rozvoj pohybových schopností a zdokonaľovanie pohybových zručností pomocou špecializovaných cvičení, ktoré zabezpečujú vhodný adaptačný podnet s adekvátnym transferom cvičenia do súťažných podmienok. Preto sa nazdávame, že hľadanie a overovanie rôznych metód, foriem, obsahu a ich kombinácii, je nevyhnutným atribútom vrcholového športu.

Riadenie adaptačných mechanizmov je nesporne kľúčovým problémom tréningového procesu. Závisí od vhodnosti tréningových a súťažných podnetov (druh, veľkosť, intenzita, objem, zložitosť, frekvencia, psychická náročnosť atď.) v smere zámernej adaptácie, ktorej výsledkom by bola žiadúca zmena. Aby sme mohli regulovať tréningové a súťažné podnety v čase, v smere cieľovej adaptácie musíme predovšetkým poznať reakciu organizmu na štruktúru zaťaženia, poznať stupeň narušenia vnútornej rovnováhy organizmu (štruktúru zmien stavov). Adaptačné mechanizmy pôsobia vo väčšine oblastí pohybového aparátu, to znamená, že nielen vo výkonnom svalovom orgáne, vo svale, ale aj v riadiacom orgáne a v ostatných systémoch.

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 významnému nárastu maximálnej lineárnej rýchlosti špičky pri kope ($ES_{A1\%}$, $KS_{B1\%}$),
- došlo k významnému 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 zášvihu ($ES_{B2\%}$), 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,
- aplikácia prídavného odporu u hráčov zohľadňovala možnosť stimulácie rýchlostných schopností v kontexte požiadaviek jednotlivých hráčskych funkcií (post hráča),
- nakoľko účinkom intervencie nedošlo k žiadnemu zraneniu pri používaní vonkajšieho doplnkového odporu, usudzujeme, že metóda stimulácie rýchlostných schopností s využitím prídavného odporu je pre používanie u profesionálnych seniorských hráčov futbalu bezpečná.

Z hľadiska športovej praxe pri zámere využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu je na základe teórie a našich skúseností potrebné si uvedomiť:

- tréning športovcov na pokročilej úrovni si vyžaduje rôzne variácie tréningových metód a kreatívne prístupy pre rozvoj rýchlostných schopností,
- pre činnosti, ktoré si vyžadujú istú úroveň výbušnej sily je dôležité aplikovať v tréningovom procese adaptačné podnety s charakteristickými prvkami, ktoré navodzujú vonkajšiu a vnútornú štruktúru príslušnej pohybovej činnosti,
- pokiaľ chceme, aby nastal pozitívny transfer tréningových podnetov do súťažného pohybu, musíme zvoliť také typy cvičení, ktoré sa približujú svojou vonkajšou a vnútornou štruktúrou súťažným podmienkam,
- so zvyšujúcou sa úrovňou výkonnosti športovcov sa kladú aj vyššie požiadavky na efektívne podnety. Podnety po 7 - 8 týždňoch rovnakej štruktúry zaťaženia v tréningových jednotkách postupne strácajú adaptačnú silu. Preto je nevyhnutné predchádzať stavu stagnácie (rýchlostnej bariéry) prostredníctvom zmien v obsahovej variabilite štruktúry zaťaženia,

- na rovnaký podnet nemusia dvaja jedinci rovnako reagovať. Preto s rastúcou výkonnosťou je nutné diferencovať a optimalizovať tréningové plány a prostriedky pre získanie cieľových efektov s ohľadom na jedinečnosť konkrétneho hráča,
- zvyšovanie výkonnosti športovcov je spojené vo všetkých špecializáciách s rozvojom špeciálnej sily,
- v tréningu vrcholových športovcov je špeciálna silová príprava hlavným prvkom nielen v silovej príprave, ale ja v špeciálnej telesnej príprave,
- nešpecifický silový tréning by mal byť vždy podporený špecifickým silovým tréningom a technickým tréningom.

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 uchytania manžety na tele hráča.

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

So zvyšovaním výkonnostnej úrovne hráča v rámci jednotlivých etáp športovej prípravy rastú aj požiadavky na špecializovanú prípravu hráča v kondičnej oblasti. Ako je známe, rýchlostné schopnosti sú v rámci pohybových schopností najmenej generalizované a sú vysoko geneticky podmienené. Z toho vyplýva, že pre stimuláciu rýchlostných schopností hráča, je potrebné uplatňovať také formy a prostriedky, ktoré sa približujú nielen vnútornej podmienenosti pohybu, ale taktiež aj jeho vonkajšiemu prejavu. Inými slovami, pri zachovaní metabolických a nervovosvalových vzťahov, pokúsiť sa čo najviac priblížiť kinematickým (časovo – priestorovým) ukazovateľom motorického prejavu hráča. Výsledky nášho výskumu dokumentujú účinnosť metódy vonkajšieho doplnkového odporu pri stimulácii acyklickej rýchlosti kopu u profesionálnych hráčov futbalu. Táto metóda by mala mať pevné miesto v štruktúre metód stimulujúcich rýchlostno – silové predpoklady športovcov. Napriek jej uvádzaniu v didaktických, či metodologických publikáciách, zaoberajúcich sa športovým tréningom, názory na jej aplikáciu nie sú unifikované (druh odporu, veľkosť odporu, miesto využitia metódy v rámci ročného tréningového cyklu, vekové a intersexuálne osobitosti využitia metódy a mnohé iné parametre). Podstatnou otázkou je skúmanie stanovenia veľkosti a druhu prídavného odporu v kontexte zmien vonkajších a vnútorných prejavov pri rôznych činnostiach (cyklického, acyklického charakteru). Mnohokrát diskutovaná otázka transferu adaptačného podnetu pri silovom tréningu, nerešpektuje princíp špecifičnosti pohybovej úlohy.

Predložená práca je príspevkom k získaniu poznatkov z oblasti možnosti využitia metódy vonkajšieho doplnkového odporu na rozvoj rýchlostných schopností u profesionálnych športovcov.

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 (intenzita, objem a zložitosť pohybu), 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 veľkosti rotácie vybraných segmentov dolnej končatiny pri kope,
- 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.).

9 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. AAGGARD, P., TROLLE, M. & SIMONSEN, E., B. et al. (1993). High speed knee extension capacity of soccer players after different kinds of strength training, In: REILLY, T., CLARYS, J. & STIBBLE, A. (Eds.). *Science and Football II*. London: E. & F.N.Spon, 92–94.
2. ABE, T., KUMAGI. & BRECHUE W.F. (2000). Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 32(6), 1125-1129.
3. ADRIAN, M. J. & COOPER, J.M. (1995). *Biomechanics of Human Movement* (2nd ed.) Iowa: Brown & Benchmark.
4. ALCARAZ, P.E., PALAO, J.M., ELVIRA, J.L.L., & LINTHORNE, N.P. (2008). Effects of Three Types of Resisted Sprint Training Devices on the Kinematics of Sprinting at Maximum Velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 890-897.
5. ALEGRE, L.M., AZNAR, D., DELGADO, T., JIMENÉZ, F. & AGUADO, X. (2005). Architectural characteristics of vastus lateralis muscle and jump performance in young men. *Journal of Human Movement Studies*, 48, 109-123.
6. ANDERSON, O. (2003). *Wearing ankle weights and weight vest can help you run faster – but do it slowly*. Retrieved 17. 12. 2003 from World Wide Web: <http://www.cruciblefitness.com/library/research-papers/running/0001.htm>
7. ANDERSON, D.I. & SIDEWAY, B. (1994). Coordination Changes Associated With Practice of a Soccer Kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(2), 93-99.
8. 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 Science*, 24(9), 951–960.
9. ASAMI, T. & NOLTE, V. (1983). Analysis of powerful ball kicking. In: MATSUI, H. & KOBAYASHI, K. (Eds.). *Biomechanics VIII-B*, Champaign, IL: Human Kinetics, 695-700.
10. ÁSTRAND, P.O., RODAHL, K., DAHL H.A. & STRØMME S.B. (2003). *Physiological Bases of Exercise. Textbook of Work Physiology*. Champaign IL: Human Kinetics.

11. 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.
12. BALL, K. (2008). Use of weighted balls for improving kicking for distance. In: REILLY, T. & KORKUSUZ, F. (Eds.). *Science and Football VI*. Taylor & Francis e-Library, 285-289.
13. BARBARO, R. (1999). Elements of speed development, *New Studies in Athletics*, 37(4), 23-26.
14. BARFIELD, W.R. (1995). Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and nondominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*, 29, 251–272.
15. 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.
16. BARTUŇKOVÁ, S. (2006). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.
17. BEHM, D.G. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4), 264-274.
18. BELEJ, M. (2001). *Motorické učenie*. Prešov: SVSTVŠ a FHPV PU v Prešove.
19. BILLETTER, R. & HOPPELER, H. (1992). Muscular Basis of Strength. In: KOMI, P.V. (Ed.). *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 39-63.
20. BLAHUŠ, P. (1996). K systémovému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování. Praha: Karolinum.
21. BLOOMFIELD, J., ELIOT, B.C. & DAVIES, C.M. (1979). Development of the soccer kick: A cinematographical analysis. *Journal of Human Movement Studies*, 5, 152-159.
22. BLOOMFIELD, J., BLANKSBY, B.A., ACKLAND, T.R., & ALLISON, G.T. (1990). The influence of strength training on overhead throwing velocity of elite water polo players. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(3), 63-67.

23. BOMPA, T.O. (1999a). *Periodization Training for Sports*. Champaign IL: Human Kinetics.
24. BOMPA, T.O. (1999b). *Theory and methodology of training*. Iowa: Kendall/Hunt publishing.
25. BOSCO, C. (1995). *Wearing ankle weights and weight vest can help you run faster – but do it slowly*. Retrieved 17. 12. 2003 from World Wide Web: <http://www.cruciblefitness.com/library/research-papers/running/0001.htm>
26. BOSCO, C. & KOMI, P.V. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles, *European Journal of Applied Fysiology*, 41, 275-284.
27. BOWDER, K.D., TANT, C.L., & WILKERSON, J.D. (1991). A three dimensional kinematic analysis of three kicking techniques in female players. In: TANT, C.L., PATTERSON, P.E. & York, S.L. (Eds.). *Biomechanics in sport IX*, Ames, IA: ISU Press, 95-100.
28. BULL-ANDERSEN, T., DÖRGE, H. C. & THOMSEN, F.I. (1999). Collision in soccer kicking. *Sports Engineering*, 2, 121-125.
29. BUNC, V. & PSOTTA, R. (2003). Současný výzkum ve fotbale a tréninková praxe. *Fotbal a trénink*, 2, 7-10.
30. BURKETT, L.N., PHILLIPS, W.T. & ZIURAITIS, J. (2005). The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 673–676.
31. BUZEK, M. (2003). Přípravné období v periodizaci sportovní přípravy hráče. *Fotbal a trénink*, 4, 14–21.
32. BÜHRLE, M. (1989). Maximalkraft – Schnellkraft – Reaktivkraft, Kraftkomponenten und ihre dimensionale Struktur. *Sportwissenschaft*, 19(3), 311-325.
33. CABRI, J., DE PROFT, E., DUFOUR, W. & CLARYS, J.P. (1988). The relation between muscular strength and kick performance. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MURPHY, W.J. (Eds.). *Science and Football*, London: E & F.N. Spon, 186-193.
34. CHU, D.A. (1998). *Jumping into plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
35. CISSIK, J.M. & BARNES, M. (2004). *Sport speed and agility*, Coaches Choice Books.

36. COMMETTI, G., MAFFIULETTI, N.A., POUSSON, M., CHATARD, J.C. & MAFFULLI, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sport Medicine*, 22(1), 45-51.
37. CRATTY, B.J. & HUTTON, R.S. (1964). Figural aftereffects resulting from gross activation patterns. *Research Quarterly*, 35(2), 116-125.
38. CRONIN, J., HANSEN, K., KAWAMORI, N. & MCNAIR, P. (2008). Effects of weight vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomechanics*, 7(2), 160-172.
39. ČCHAJDZE, L.V. (1987). Biomechaničeskij analiz različnych udarov nogoj po mjaču v futbale (s priměněnijem EVM). *Teorija i Praktika fizičeskoj kul'tury*, 5, 35–38.
40. ČELIKOVKÝ, S. (1976). *Teorie pohybových schopností*. Praha: Univerzita Kralova.
41. ČOH, M., JOŠT, B., ŠKOF, B., TOMAŽIN, K. & DOLENEC, A. (1998). Kinematic and kinetic parameters of the sprint start and start acceleration model of top sprinters. *Gymnica*, 28, 33-42.
42. DE PROFT, E., CABRI, J., DUFOUR, W. & CLARYS, J.P. (1988a). Strength training and kick performance in soccer. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MURPHY, W.J. (Eds.). *Science and Football*, London: E & F.N. Spon, 108-113.
43. DE PROFT, E., CLARYS, J., BOLLENS, E., CABRI, J., DUFOUR W. (1988b). Muscle activity in the soccer kick. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MURPHY, W.J. (Eds.). *Science and football*. London: E & F.N. Spon, 434-440
44. DINTIMAN, G., WARD, B. & TELLEZ, T. (1998). *Sports speed. # 1 program for athletes*. Champaign: Human Kinetics.
45. DOBRÝ, Ľ. (2000) Přenositelnost učebních efektů do finálního sportovního výkonu. In: ŠAFARŽÍKOVÁ, J. & MARVANOVÁ, Z. (Eds.). *Pedagogická kinatropologie 2000*. Praha: FTVS UK, 35-38.
46. DOVALIL, J., CHOUTKA, M., (1986). *Pohybové schopnosti a jejich rozvoj ve sportovním tréninku*. Praha: FTVS UK.

47. DOVALIL, J., CHOUTKA, M., SVOBODA, B., HOŠEK, V., PERIČ, T., POTMĚŠIL, J., VRÁNOVÁ, J. & BUNC, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
48. DÖRGE, H.C., ANDERSEN, T.B., SØRENSEN, H., SIMONSEN, E., B. & AAGAARD, H., DYHRE-POULSEN, P. & KLAUSEN, K. (1999). EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 9, 195–200.
49. 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 Science*, 2002, 20, 293–299.
50. DUTTA, P. & SUBRAMANIAM, S. (2002). Effect of six weeks of isokinetic strength training combined with skill training on soccer kicking performance. In: SPRINKS, W., REILLY, T. & MURPHY, A. (Eds.). *Science and soccer IV*. London: Taylor & Francis, 334–340.
51. EBBEN, W.P. & BLACKARD, D.O. (2001). Strength and conditioning of National Football League strength and conditioning coaches. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 48-58.
52. EGAN, C.D., VERHEUL, M.H.G. & SAVELSBERGH, G.J.P. (2007). Effects of Experience on the Coordination of Internally and Externally Timed Soccer Kicks. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 423–432.
53. ENOKA, R.M. (1994). *Neuromechanical Basis of Kinesiology. (Second Edition)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
54. 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.
55. FAIGENBAUM, A.D., MCFARLAND, J.E., SCHWERDTMAN, J.A., RATAMESS, N.A., KANG, J. & HOFFMAN, J.R. (2006). Dynamic Warm-Up Protocols, With and Without a Weighted Vest, and Fitness Performance in High School Female Athletes. *Journal of Athletic Training*, 41(4), 357–363.
56. FACCIONI, A. (1994). Assisted and resisted methods for speed development (Part I). *Modern Athlete and Coach*, 32(2), 3-6.
57. FAULKNER, J.A., CLAFLIN, D.R. & MCCULLY, K.K. (1986). Power output of fast and slow fibres from human skeletal muscle, In: JONES, N.L., MCCARTNEY, N. & MCCOMAS, J. (Eds.). *Human Muscle power*,

International Symposium on Human muscle power, Champaign IL: Human Kinetics Publishers, 81-94.

58. FELL, N., LEES, A. & MCLAREN, D.P.M. (2001). The influence of added load on muscular performance in the counter-movement vertical jump. *Journal of Sports Sciences*, 19, 5–6.
59. GRASGRUBER, P. & CACEK, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, a.s.
60. HARRIS, R.T. & DUDLEY, G. (2000). Neuromuscular Anatomy and Adaptations to Conditioning, In: BAECHLE, R.T. & EARLE, R.W. (Eds.). *Essentials of strength training and Conditioning*, Champaign IL: NSCA, Human Kinetics, 15-24.
61. HASKISSON, J.L. (1993). Strength training for sprinters. *Track and Field Quarterly Review*, 93, 60-65.
62. HÄKKINEN, K. & KOMI, P.V. (1985a). Changes in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscle heavy resistance strength training. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 7, 55-64.
63. HÄKKINEN, K. & KOMI, P.V. (1985b). The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch shortening cycle exercises. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 7, 65-76.
64. HÄKKINEN, K., KOMI, P.V. & ALLEN, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125, 587-600.
65. HÄKKINEN, K. & KOMI, P.V. (1986). Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. *European Journal Of Applied Physiology*, 55, 147-155.
66. HÄKKINEN, K. (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. *Critical Review in Physical & Rehabilitation medicine*, 6(3), 161-198
67. HILL, A.V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London*, 126, 136-195.
68. HOLIENKA, M. (2004). *Futbal – kondícia – tréning. Rýchlostné schopnosti*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.

69. HOMENKOVA, L.S. (2000). Development Of Physical And Technical Capacities In Jumping Events. In: JARVER, J. (Eds.). *The Jumps, Contemporary Theory, Technique and Training*. Mountain View, CA, USA, 40–46.
70. HUIJING, P.A. (1992). Mechanical Muscle Models. In: KOMI, P.V. (Ed.). *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 130 – 150.
71. HUXLEY, A.F. & NIEDERGERKE, R. (1954). Structural changes in muscle during contraction. *Nature*, 173,971-973.
72. ISOKAWA, M. & LEES, A., (1988). A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MURPHY, W.J. (Eds.). *Science and football*, London: E & F.N. Spon, 449-455.
73. JANURA, M., KOTAČKA, J., LUKOVICS, Z. & ELFMARK, M. (2000). Využití 3D videografické vyšetřovací metody při analýze kopu přímým nártem v kopané. In: *Physical education and sport 2000*, Liberec, 151–155.
74. 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.
75. JARVER, J. (1973). Varied resistance in power development. *Modern Athlete and Coach*, 10(6), 5-8.
76. KAČÁNI, L. (2000). Futbal. Teória a prax hernej prípravy. Bratislava: SPN.
77. KAMP MILLER, T. (1996). Štruktúra športového výkonu a rozvoj špeciálnych schopností šprintérov. In: *Optimalizácia výkonnosti a pohybovej štruktúry v behoch, chôdzi a skokoch*. Bratislava: SVSTVŠ.
78. KANEHISA, H. & MIYASHITA, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 52, 104–106.
79. 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.
80. KASA, J. (1995). Acyklický pohyb. In: SÝKORA, F. (Eds.). *Telesná výchova a šport. Terminologický a výkladový slovník*. Bratislava: F.R. & G. spol. s.r.o.

81. 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.
82. KELLIS, E. & KATIS, A. (2007). Biomechanical characteristic and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sport Science and Medicine*, 6, 154-165.
83. KELLIS, E., KATIS, A. & VRABAS, S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 334-344.
84. KOLLATH, E. (1992). Experimentelle Analysen im Training der Sportart Fußball. In: KUHN, W. & SCHMIDT, W. (Eds.). *Analyse und Beobachtung in Training und Wettkampf*. Sankt Augustin: Academia, 56-63.
85. KOMI, P.V. (1992). Stretch-Shortening Cycle. In: KOMI, P.V. (Ed.). *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 169-179.
86. KOVÁŘ, R. (1998). Genetická determinace působení tělesné zátěže. In.: Optimálně působení tělesné zátěže. VŠ PU KTV. Hradec Králové: Gaudeamus.
87. KOVÁŘ, R. & BLAHUŠ, P. (1971). Stručný úvod do metodologie. Praha: Universita Karlova.
88. KUBO, K., KANEHISA, H., KAWAKAMI, Y. & FUKUNAGA, T. (2000). Elasticity of tendon structures of the lower limbs in sprinters. *Acta Physiologica Scandinavica*, 168(2), 327-335.
89. KUMAGI, K., ABE, T., BRECHUE, W.F., RYUSHI, T., TAKANO, S. & MIZUNO, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 88, 811-816.
90. KUZŇECOV, V.V. (1974). *Silový trénink – příprava sportovcu vyšších výkonnostních tříd*. Praha: Olympia.
91. LACZO, E. (2005). Adaptačný efekt – ako výsledok reakcie organizmu na alaktátový a laktátový obsah tréningového a súťažného zaťaženia. *NŠC Revue*, 1, 13-16.
92. LAKOMY, H.K.A. (2000). Physiology and biochemistry of sprinting, In: HAWLEY, J.A. (Eds.). *Running*, Oxford: Blackwell Sciences, 1-13.
93. LEES, A. (1996). Biomechanics applied to soccer skills. In: REILLY, T (Ed.). *Science and Soccer*, London: F & F.N.Spon, 123-133.

94. LEES, A. (2008). The biomchanics of football skills. In: REILLY, T. & KORKUSUZ, F. (Eds.). *Science and Football VI*. Taylor & Francis e-Library, 11-17.
95. LEES, A. & NOLAN, L. (1998). The biomchanics of soccer: A review. *Journal of Sports Science*, 16, 211–234.
96. LEES, A. & NOLAN, L., (2002) Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. In: SPINKS, W., BOWER, R., MURPHY, A., REILLY, T. & SMITH, R. (Eds.). *Fourth world Congress of Science and Football*. Cambridge: Routledge, 16-21
97. LEHNERT, M. (2008). Pojetí kondice a kondičního tréninku. In: DOVALIL, J. & CHALUPECKÁ, M. (Eds.). *Současný sportovní trénink*. Praha: Olympia – Sportprint, 330-333.
98. LENOIR, M., CLERCQ, D.D. & LAPORTE, W. (2005). The “how” and “why” of the ancient Greek long jump with weights: A five-fold symmetric jump in a row? *Journal of Sport Science*, 23(10), 1033-1043.
99. LETZELTER, M., SAUERWEIN, G. & BURGER, R. (1995). Resistance runs in speed development. *Modern Athlete and Coach*, 33(4), 7-12.
100. LEVANON, J. & DAPENA, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 917–927.
101. LITTLE, T. & WILLIAMS, A.G. (2005). Specificity of acceleration, maximum mspeed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1): 76-78.
102. LUHTANEN, P. (1988) Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MUCHY, W. (Eds.). *Science anf football*. London: E. & F.N. Spon, 441-418.
103. LUHTANEN, P. (1994). Biomechanical aspects. In: EKBLUM, B. (Eds.). *Football (Soccer)*, Oxford: Blackwell Scientific Publications, 59–77.
104. MACDOUGALL, D. (1986). *Principles of Strength and Power Training*. Victoria: National Coaching Institute.
105. MALÝ, T. (2004). Zmeny vybraných charakteristík pri plyometrickej svalovej činnosti spôsobené vonkajším doplnkovým zaťažením. In: JIRÁSEK, I (Ed.). *Konference plná barev*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci FTK, 256-263.

106. MALÝ, T. (2008). Rýchlosť – možnosti stimulácie pomocou metódy vonkajšieho doplnkového odporu, v kontexte špeciálnej sily. *Fotbal a tréning*, 1, 16-20.
107. 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.
108. 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.
109. MANOLOPOULOS, E., PAPADOPOULUS, 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.
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.
111. MASUDA, K., KIKUHARA, N., DEMURA, S., KATSUTA, S. & YAMANAKA, K. (2005). Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 45, 44-52.
112. MAUGHAN, R.J., WATSON, J.S. & WEIR, J. (1983). Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 309-318.
113. MĚKOTA, K. (2000). Definice a struktura motorických schopností. (Novější poznatky a střety názorů). *Česká kinantropologie*, 4(1), 59-69.
114. MĚKOTA, K. & NOVOSAD, J. (2005). *Motorické schopnosti*, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
115. MELICHNA, J. (1990). *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum, 1990.
116. MERO, A., LUHTANEN, P., VIITASALO, J.T. & KOMI, P.V. (1981). Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 3, 16-22.

117. MINETTI, A.E. & ARDIGÓ, L.P. (2002). Halteres used in ancient Olympic long jump. *Nature*, 420, 141–142.
118. MORAVEC, R., KAMP MILLER, T., VANDERKA, M. & LACZO, E. (2004). *Teória a didaktika športu*. Bratislava: FTVŠ UK v Bratislave.
119. MORIMOTO, Y., ITO, K., KAWAMURA, T. & MURAKI, Y. (2003). Immediate effect of assisted and resisted training using different weight balls on ball speed and accuracy in baseball pitching. *International Journal of Sport and Health Science*, 1(2), 238-246.
120. MORITANI, T. & DE VRIES, H.A. (1979). Neural factors versus Hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58(3), 115-130.
121. MORITANI, T. (1992). Time Course of Adaptations during Strength and Power Training. In: KOMI, P.V. (Ed.). *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 266-278.
122. NARICI, M., SIRTORI, M. & MOGNOMI, P. (1988). Maximal ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MURPHY, W. (Eds.). *Science and football*. London: E & F.N. Spon, 429–433.
123. NAVARA, M. & JELEN, K. (1984). Teoretické východiska k posouzení základních hledisek ovlivňujících techniku a prudkost kopu přímým nártem. *Teorie a praxe tělesné výchovy*, 32(12), 744–747.
124. NAVARA, M., ONDŘEJ, O. & BUZEK, M. (1986). *Kopaná. Teorie a didaktika*. Praha: SPN.
125. NELL, F., LEES, A. & MACLAREN, D.P.M. (2001). The influence of added load on muscular performance in the counter-movement vertical jump. *Journal of Sport Science*, 19, 5–6.
126. NELSON, R.C. & NOFSINGER, M.R. (1965). Effect of overload on speed of elbow flexion and the associated aftereffects. *Research Quarterly*, 36(2), 174-182.
127. NORDSTROM M.A., FUGLEVAND A.J. & ENOKA R.M. (1992). Estimation the strength of common input to human motoneurons from the cross – correlogram. *Journal of Physiology*, 453, 547–574.

128. 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.
129. NUNOME, H., IKEGAMI, Y., KOZAKI, R., APRIANTONO, T., SANO, S. (2006a). Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sport Sciences*, 24(5), 529-541.
130. NUNOME, H., LAKE, M., GEORGAKIS, A & STERGIIOULAS, L. K. (2006b). Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 24(1), 11-22.
131. OPAVSKY, P. (1988). An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two types of soccer kick. In: REILLY, T., LEES, A., DAVIDS, K. & MURPHY, W.J. (Eds.). *Science and football*, London: E & F.N. Spon, 460-467.
132. PEREZ-GOMEZ, J., OLMEDILLAS, H., DELGADO-GUERRA, S., ROYO, I.A., VICENTE-RODRIGUEZ, G., ORTIZ, R.A., CHAVARREN, J. & CALBET J.A.L. (2008). Effect of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33, 501-510.
133. PERIČ, T. (2004). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada Publishing.
134. PLAGENHOEF, S. (1971). *The Patterns of Human Motion*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.
135. PSOTTA, R., BUNC, V., MAHROVÁ, A., NETSCHER, J. & NOVÁKOVÁ, H. (2006). *Fotbal. Kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing.
136. ROBERTSON D.G.E. & MOSHER, R.E. (1985). Work and power of the leg muscles in soccer kicking. In: WINTER, D.A. (Eds.). *Biomechanics IX-B*, Human Kinetics, 533-538.
137. RUPRECHT, V.T. & WEINECK, J. (2005). Boca Juniors' Jugend-Stil. *Fussball training*, 1-2, 50-53.
138. SALE, D.G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 20, (suppl.), 135-145.
139. SALE, D.G. (1992). Neural adaptation to Strength Training. In: KOMI, P.V. (Ed.). *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell scientific publications, 249-265.

140. SALE, D.G. & MACDOUGHAL, D. (1981). Specificity in the strenght training. A review for the coach and athlete. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 6, 5-6.
141. SALIBA, L. & HRYSOMALLIS, C. (2001). Isokinetics strength related to jumping but not kicking perfomance of Australian Footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4, 336–347.
142. SARASLANIDIS, P. (2000). Training for the improvement of maximum speed: flat running or resistance training? *New Studies in Athletics*, 3-4, 45-51.
143. SCHANBEL, G., HARRE, D. & BORDE, A. (1994). *Trainingsweissenschaft. Leistung – Training – Wettkampf*. Berlin: Sportverlag.
144. SCHMIDTBLEICHER, D. (1992). Training for Power Events. In: KOMI, P.V. (Ed.). *Strength and Power in Sport*, Oxfor: Blackwell Scientific Publications, 381-396.
145. SCHMIDTBLEICHER, D. & BUEHRLE, M. (1987). Neuronal adaptation and increase of sross-sectional area studying different strength training methods. In. JOHANSSON, B. (Ed.), *Biomechanics X-B*, Champaign, IL: Human Kinetics, p. 615-620.
146. SEDLÁČEK, J., DOLEŽAJOVÁ, L., KAMPMILLER, T., KOŠTIAL, J., LEDNICKÝ, A., ŠIMONEK, J., VANDERKA, M. VAVÁK, M. (2003). *Kondičná atletická príprava a rekreačná atletika*. Bratislava: FTVŠ UK.
147. SHAN, G. & WESTERHOFF, P. (2005). Full-body Kinematic Characteristics of the Maximal Instep Soccer Kick by Male Soccer Players and Parameters Related to Kick Quality. *Sports Biomechanics*, 4(1), 59-72.
148. SHINKAI, H., NUNOME, H., IKEMAGI, Y. & ISOKAWA, M. (2008). Ball – foot interaction in impact phase of instep soccer kicking. In: REILLY, T. & KORKUSUZ, F. (Eds.). *Science and Football VI*. Taylor & Francis e-Library, 41–46.
149. STEINHÖFER, D. (2003). *Grundlagen des Athletiktrainings. Theorie und Praxis zu Kondition, Koordination und Trainingssteuerung im Sportspiel*. Köthen: Philippka Sportverlag.
150. STERZING, T., KROIHER, J. & HENNIG, E.M. (2008). In: REILLY, T. & KORKUSUZ, F. (Eds.). *Science and Football VI*. Taylor & Francis e-Library, 50-56.

151. SOZAŃSKI, H. & WITCZAK, T. (1981). *Trening szybkości*. Warszawa: AWF.
152. SPORIS, G., VUCETIC, V. & JUKIC, I. (2007). How to evaluate full instep kick in soccer? *Journal of Sport Science and Medicine, Suppl.10*, 27.
153. STONE, M.H. (1993). Position/policy statement and literature review for the National Strength and Conditioning Association on "Explosive Exercise". *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15(4), 7-15.
154. STONE, M.H., STONE, M. & SANDS, W.A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Champaign: Human Kinetics.
155. SÜSS, V. (2006). *Význam indikátorů herního výkonu pro řízení tréninkového procesu*. Praha: Karolinum.
156. 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: REILLY, T., CLARYS, J. & STIBBLE, A. (Eds.). *Science and soccer II*. London: E & F.N. Spon 98-103.
157. THOMAS, J.R. & NELSON, J.K. (1999). *Research methods in psychical activity*. (3th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
158. TROLLE M., AAGAARD P., SIMONSEN J., BANGSBO J. & KLAYSSEN, K. (1993). Effects of strength training on kicking performance in soccer. In: REILLY, T., CLARYS, J. & STIBBLE, A. (Eds.). *Science and soccer II*. London: E & F.N. Spon, 95–98.
159. Tvrdość striel. In: *Denník šport*. 2.12.2006. str. 37.
160. VALENTA, J., KONVIČKOVÁ, S. & VALERIÁN, D. (1988). *Biomechanika kosterního a hladkého svalstva člověka*. Praha: České vysoké učení technické.
161. VASILIEV, L.A. (1983). Use of different weight to develop specialized speed-strength. *Sov Sports Rev*, 18(1), 49-52.
162. VÉLE, F. (2006). *Kineziologie*. Praha: Triton.
163. VERCHOŠANSKIJ, J.V. (1972). *Základy speciální silové přípravy ve sportu*. Praha: ÚV ČSTV.
164. VERCHOŠANSKIJ, J.V. (1986). Componenti e struttura dell'impegno esplosivo di forza. *Scuola dello sport*, 15(34), 14-21.
165. VERCHOŠANSKIJ, J.V. (1988). *Osnovy special'noj fizičeskoj podgotovki sportsmenov*. Moskva: FiS.

166. WATKINS, J. (1999). *Structure and funkcion of the Musculoskeletel System*. Champaign IL: Human Kinetics.
167. WEINECK, J. (1996). Rozvoj silových schopností. *Fotbal a trénink*, 1, 17-22.
168. WESSON, J. (2002). *The Science of Soccer*. London: IOP Publishing Ltd.
169. WICKSTROM, R.L. (1975). Developmental kinesiology. *Exercise and Sports Science Reviews*, 3, 163-192.
170. WILMORE, J.H. & COSTILL, D.L. (1988). *Training for Sport and Activity*. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers.
171. WILMORE, J.H. & COSTILL, D.L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*, Champaign, IL: Human Kinetics.
172. WILSON, G.J., NEWTON, R.U., MURPHY A.J. & HUMPHRIES, J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 25(11), 1279-1286.
173. WIRTH, K. & SCHMIDTBLEICHER, D. (2007). Periodisierung im Schnellkrafttraining, *Leistungssport*, 1, 35-40.
174. ZACIORSKIJ, V.M. (1971). *Tělesné vlastnosti sportovce. Základy metodiky a teorie rozvoje*. Praha: Universita Karlova.
175. ZAFEIRIDIS, A., SARASLANIDIS, P., MANOU, V., IOKIMIDIS, P., DIPLA, K. & KELLIS, S. (2005). *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 45, 284-90.
176. ZAHÁLKA, F. (2007). Vybrané biomechanické problémy – kinematika pohybových aktivit ve fotbalu. In: BUZEK, M. (Ed.). *Tréner fotbalu „A“ UEFA licence /1.díl obecné kapitoly/*, Praha: Olympia, 264-275.
177. ZAJAC, F.E. & GORDON, M.E. (1989). Determining muscle's force and action in multi-articular movement. *Exercise and Sports Science Reviews*, 17, 187-230.
178. ZATSIORSKY, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign: Human Kinetics.
179. ZATSIORSKY, V.M. & KRAEMER, W.J. (2007). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign: Human Kinetics.

Elektronické odkazy:

www.dfb.de

<http://propowertraining.blogspot.com/>

www.morleyathletic.com

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1	Vzťahy medzi kondičnými schopnosťami (Schnabel et al., 1994)	14
Obrázok 2	Komplexný model rýchlosti (Steinhöfer, 2003)	16
Obrázok 3	Pokus o schematické vyjadrenie vzťahu medzi variabilitou odporu a variabilitou činnosti	23
Obrázok 4	Vzťah medzi veľkosťou odporu a rýchlosťou kontrakcie svalového vlákna koncentrickej kontrakcii (Hill, 1938)	25
Obrázok 5	Rýchlosť kontrakcie a výkon ako funkcia sily pri pomalom a rýchlom svalom vlákne (Faulkner et al., 1986)	26
Obrázok 6	Krivka priebehu sily pri izometrickej kontrakcii (Stone et al., 2007)	27
Obrázok 7	Vzťah medzi veľkosťou odporu a vyvinutou silou v čase (Schmidtbleicher, 1992)	29
Obrázok 8	Priebeh dynamickej sily v čase pri koncetrickej svalovej činnosti (Stone et al., 2007)	29
Obrázok 9	Úroveň sily pri izometrickej kontrakcii ako funkcia času u rôzne trénovaných probandov (Häkkinen & Komi, 1985a)	33
Obrázok 10	Zmeny sledovaných ukazovateľov účinkom explozívneho tréningu a tréningu s vysokými odpormi (Häkkinen & Komi 1985a, 1985b)	35
Obrázok 11	Priebeh adaptačných mechanizmov na silový tréning od začiatku pravidelného tréningu (Sale, 1988)	37
Obrázok 12	Príklad špecifického cvičenia pre zosilnenie dôrazu svalového úsilia pre švihový pohyb nohy u šprintéra (Zatsiorsky & Kraemer, 2007)	44
Obrázok 13	Vzťah medzi rýchlosťou realizovania pohybovej činnosti, požadovanou úrovňou sily, veľkosti prekonávajúceho odporu a použitými metódami pre stimuláciu pohybových schopností (na príklade futbalu)	46
Obrázok 14	Využitie vonkajšieho doplnkového odporu k stimulácii špeciálnej sily a rýchlosti u reprezentačných hráčov Nemecka a) odporové sane, b) elastické popruhy	49
Obrázok 15	Príklady vonkajšieho doplnkového odporu s možnosťou využitia stimulácie špeciálnej sily v rôznych športoch	50-51
Obrázok 16	Príklad využitia prídavného odporu u oštepárov	55

Obrázok 17 Porovnanie rýchlosti streľby priamym priehlavkom vybraných súborov (Malý, nepublikované data)	61
Obrázok 18 Vytočenie ramien (trupu) vzhľadom k bokom pri došľape oporovej nohy k lopte	65
Obrázok 19 Zobrazenie troch fáz kopu na základe pohybu typických segmentov dolnej končatiny (Nunome et al., 2006a)	65
Obrázok 20 Priebeh uhlovej rýchlosti stehna a predkolenia počas kopu (Lees & Nolan, 1998)	66
Obrázok 21 Zobrazenie rýchlostí vybraných segmentov dolnej končatiny pri kope (Isokawa & Lees, 1988)	67
Obrázok 22 Schéma experimentálneho designu	73
Obrázok 23 Model empirického výskumu	75
Obrázok 24 Umiestnenie kamier pre zabezpečenie videozáznamu a radarového zariadenia	76
Obrázok 25 Zobrazenie kalibrácie pomocou 2 kalibračných kvádrov pre 3D kinematickú analýzu (kamera č. 1)	77
Obrázok 26 Chyba rekonštrukcie pre 3D kinematickú analýzu, 16 kalibračných bodov (kamera č. 1 – (a), kamera č. 2 – (b))	77
Obrázok 27 Príklad označenia vybraných segmentov u futbalistu pri kope priamym priehlavkom	78
Obrázok 28 Radarový prístroj na meranie rýchlosti letu lopty (STALKER ATS)	80
Obrázok 29 Percentuálne vyjadrenie zmien rýchlosti lopty pri vstupnom a výstupnom meraní	85
Obrázok 30 Efekt intervencie na zmenu maximálnej rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom	86
Obrázok 31 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (maximálna rýchlosť špičky (a), maximálna rýchlosť členku (b))	89
Obrázok 32 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (rýchlosť členku v momente úderu (a), maximálna rýchlosť kolena (b))	90
Obrázok 33 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (lineárna rýchlosť kolena pri údere (a), rýchlosť boku pri údere (b))	91

Obrázok 34 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (uhlová rýchlosť ext. kolenného kĺbu (a), uhlová rýchlosť ext. bedrového kĺbu (b))	92
Obrázok 35 Percentuálne vyjadrenie zmien rýchlosti lopty pri vstupnom a výstupnom meraní	101
Obrázok 36 Efekt intervencie na zmenu maximálnej rýchlosti lopty po kope priamym priehlavkom	102
Obrázok 37 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (maximálna rýchlosť špičky (a), maximálna rýchlosť členku (b))	104
Obrázok 38 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (rýchlosť členku v momente úderu (a), maximálna rýchlosť kolena (b))	105
Obrázok 39 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (rýchlosť kolena pri údere (a), rýchlosť boku pri údere (b))	106
Obrázok 40 Efekt intervencie u sledovaných skupín medzi vstupným a výstupným meraním (uhlová rýchlosť ext. kolenného kĺbu (a), uhlová rýchlosť ext. bedrového kĺbu (b))	107
Obrázok 41 Deformácia lopty pri údere (Sterzing et al., 2008)	131
Obrázok 42 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 1)	161
Obrázok 43 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 2)	162
Obrázok 44 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 3)	163
Obrázok 45 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 4)	164
Obrázok 46 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 5)	165
Obrázok 47 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 6)	166
Obrázok 48 Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 7)	167

ZOZNAM TABULIEK

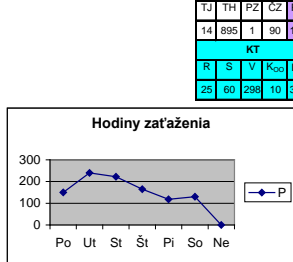
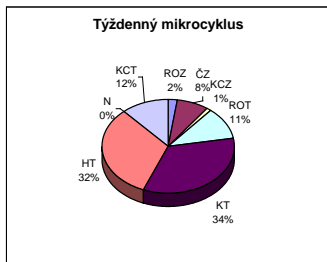
Tabuľka 1	Senzitívne obdobia rozvoja rýchlostných schopností (Belej, 2001)	15
Tabuľka 2	Vybrané charakteristiky typu svalového vlákna (Harris & Dudley, 2000)	19
Tabuľka 3	Doba trvania kľúčovej fázy vybraných športových činností (Zatsiorsky & Kraemer, 2007)	30
Tabuľka 4	Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov svalových vlákien vo vybraných športoch v jednotlivých svaloch (Wilmore & Costill, 1988)	32
Tabuľka 5	Účinok rôznych druhov typu tréningu na adaptáciu (Stone et al., 2007)	34
Tabuľka 6	Účinok rôznych druhov typu tréningu na vybrané parametre rýchlostno – silového prejavu činnosti (Stone et al., 2007)	34
Tabuľka 7	Efekt rôzne zameraného silového tréningu u tréňovaných probandov (Wilson, 1993)	38
Tabuľka 8	Záťažové rýchlostné vesty Dintiman et al. (1998)	54
Tabuľka 9	Schéma jednofaktorového experimentu s využitím pravidla jediného rozdielu	74
Tabuľka 10	Vybrané ukazovatele kvality diagnostiky pre zisťovanie rýchlosti lopty pomocou radaru	81
Tabuľka 11	Deskriptívna štatistika rýchlosti lopty ($m.s^{-1}$) po kope u výskumných skupín	87
Tabuľka 12	Porovnanie rozdielov rýchlosti lopty u sledovaných skupín pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnanie marginálnych priemerov	87
Tabuľka 13	Výsledky vnútroskupinových efektov úrovne rýchlosti lopty	87
Tabuľka 14	Deskriptívna štatistika sledovaných rýchlostných parametrov pri kope u výskumných skupín	93
Tabuľka 15	Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov	94
Tabuľka 16	Výsledky vnútroskupinových efektov vybraných parametrov rýchlosti	95

Tabuľka 17 Deskriptívna štatistika sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov pri kope u výskumných skupín	98
Tabuľka 18 Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov	99
Tabuľka 19 Výsledky vnútroskupinových efektov vybraných uhlových a dĺžkových parametrov	100
Tabuľka 20 Deskriptívna štatistika parametru rýchlosti kopu ($m \cdot s^{-1}$) u výskumných skupín	102
Tabuľka 21 Porovnanie rozdielov rýchlosti lopty u sledovaných skupín pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov	103
Tabuľka 22 Výsledky vnútroskupinových efektov úrovne rýchlosti lopty	103
Tabuľka 23 Deskriptívna štatistika sledovaných rýchlostných parametrov pri kope u výskumných skupín	108
Tabuľka 24 Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov	109
Tabuľka 25 Výsledky vnútroskupinových efektov vybraných parametrov rýchlosti	110
Tabuľka 26 Deskriptívna štatistika sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov pri kope u výskumných súborov	113
Tabuľka 27 Porovnanie rozdielov sledovaných parametrov pri uplatnení Bonferroniho korekcie pre mnohonásobné porovnania marginálnych priemerov	114
Tabuľka 28 Výsledky vnútroskupinových efektov vybraných uhlových a dĺžkových parametrov	115
Tabuľka 29 Výsledky medziskupinového efektu úrovne rýchlosti lopty (Štúdia „A“)	168
Tabuľka 30 Konfidenčný interval rozdielov priemerov rýchlosti lopty sledovaných skupín (Štúdia „A“)	168
Tabuľka 31 Výsledky medziskupinového efektu vybraných parametrov rýchlosti (Štúdia „A“)	168

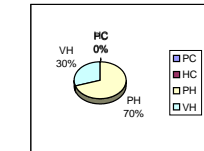
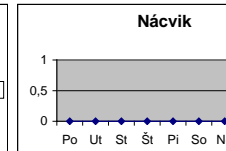
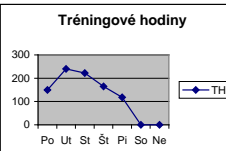
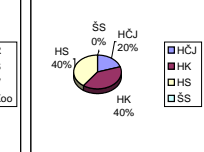
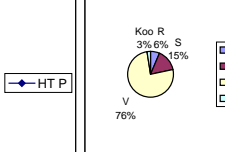
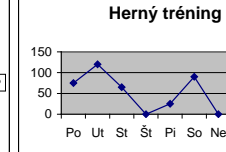
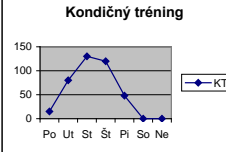
Tabuľka 32 Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných rýchlostných parametrov (Štúdia „A“)	169
Tabuľka 33 Výsledky medziskupinového efektu vybraných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „A“)	170
Tabuľka 34 Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „A“)	170
Tabuľka 35 Výsledky medziskupinového efektu úrovne rýchlosti lopty (Štúdia „B“)	171
Tabuľka 36 Konfidenčný interval rozdielov priemerov rýchlosti lopty sledovaných skupín (Štúdia „B“)	171
Tabuľka 37 Výsledky medziskupinového efektu vybraných parametrov rýchlosti (Štúdia „B“)	171
Tabuľka 38 Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných rýchlostných parametrov (Štúdia „B“)	172
Tabuľka 39 Výsledky medziskupinového efektu vybraných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „B“)	173
Tabuľka 40 Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „B“)	173

PRÍLOHY

Deň	I. fáza														II. fáza													
10.01.05	TJ ihrisko (sústredenie Tatranské Matliare) 14.30	65'	TJ	1	H2	RS	KT	15	HT	20	N	0	TJ Hala 18.00	85'	TJ	1	H2	RS	KT	0	HT	55	N	0				
	RC - 15' KC - 15'	30'	TH	65	R01	15	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	15	PC	0	R	0			
	KT - súvislý beh - 3000m	15'	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
	PH - 5.5 (15')	20'	ČZ	Kc1	15	V	15	HS	0	PH	20	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.01.05	TJ 9.30 príroda	90'	TJ	1	H2	RS	KT	60	HT	0	N	0	TJ - príroda 14.30 + TJ hala 18.00	45'	TJ	2	H2	RS	KT	20	HT	120	N	0				
	RC - 15' KC - 15'	30'	TH	90	R01	15	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	15	PC	0	R	0			
	KT - S 15'	15'	PZ	R02	S	15	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
	KT - V (1x800m, 2x800, 3x800, 2x800, 1x800)tempo 5/km I:O-1:4	45'	ČZ	Kc1	15	V	45	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12.01.05	TJ 9.30 + 14.30 príroda 2sk. výmena	140'	TJ	2	H2	RS	KT	110	HT	20	N	0	TJ 18.00 - hala	82'	TJ	1	H2	RS	KT	20	HT	45	N	0				
	KT - V -110 (beh na lyžiach 14 km (70') + beh (40)'; 2 skupiny	110'	TH	140	R01	0	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0			
	HT - hra na 3/4 ihriska	20'	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
	KC - 10'	10'	ČZ	Kc1	10	V	110	HS	0	PH	20	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13.01.05	TJ 9.30 + 14.30 príroda 65' + 65'	110'	TJ	2	H2	RS	KT	90	HT	0	N	0	TJ -18.00 - hala	55'	TJ	1	H2	RS	KT	30	HT	0	N	0				
	KT - beh na lyžiach 10 km	50'	TH	110	R01	10	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0			
	RC - 10' KC - 10'	20'	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
	KT - R - 11x20m - 10', V - 50x50m 30'	40'	ČZ	Kc1	10	V	80	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14.01.05	TJ 9.30 - príroda	48'	TJ	1	H2	RS	KT	28	HT	0	N	0	TJ 14.30 hádzanárske ihrisko	70'	TJ	1	H2	RS	KT	20	HT	25	N	0				
	RC - 10' KC - 10'	20'	TH	48	R01	10	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0			
	KT - V - 28' (beh 8 km - preteky)	28'	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
			ČZ	Kc1	10	V	28	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15.01.05			TJ	1	H2	RS	KT	0	HT	0	N	0	PZ MFK Ružomberok - Artmeda Bratislava 14.30		TJ	1	H2	RS	KT	0	HT	90	N	0				
			TH	0	R01	0	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0			
			PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
			ČZ	Kc1	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16.01.05			TJ	1	H2	RS	KT	0	HT	0	N	0	ČZ - 2 x 45' --- 90'		TJ	1	H2	RS	KT	0	HT	0	N	0				
			TH	0	R01	0	R	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0			
			PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0		
			ČZ	Kc1	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		



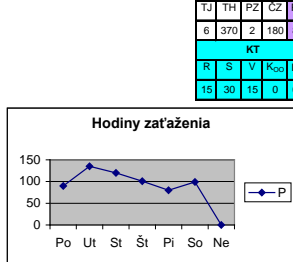
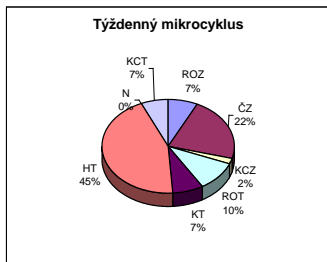
TJ	TH	PZ	ČZ	RS	H2	R01	R02	Kc1	Kc2	NP			
14	895	1	90	140	##	127	25	##	15	15			
KT													
R	S	V	K00	KT	HCJ	HK	HS	HT	HCJ	HK	HS	SS	N
25	60	298	10	393	15	30	30	0	375	0	0	0	0
HT													
P	C	H	C	PH	VH	HT	PC	HC	PH	VH	N		
0	0	210	90	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N													
R	S	V	K00	HT									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



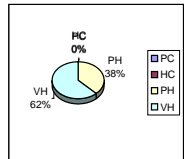
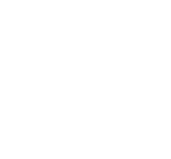
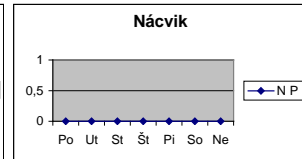
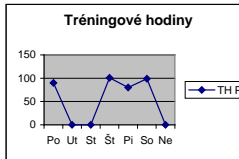
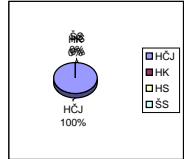
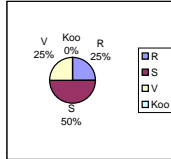
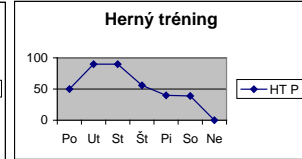
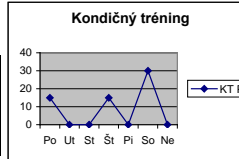
Obrázok 42

Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 1). Pozn. Červeným = čas s doplnkovým odporom.

Deň	I. fáza	II. fáza
17.01.05	TJ 16.00 ihrisko 90' RC - 15' KC - 10' 25' KT - R - štarty + 8x10m 15' ;HT - PH (tretiny - 6:6) - na 2 dotyky 15' HT - PH - úlohovaná - možnosť prečíslenia 3x10' 30' HT - HČJ - vytrvalostná streľba 4 x (10op./L nohou) 20'	TJ - PZ 14:00 Slovácko - MFK Ružomberok 1:0 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'
18.01.05		TJ - PZ 13:30 Dmovice - MFK Ružomberok 2:0 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'
19.01.05		
20.01.05	TJ 9.30 ihrisko 101' RC (rozbehanie+na stanovišti) 20' , KC - 10', KT - S - vo 2-ci 15' 30' HT - PH - bago troch farieb 12' , hra 2:2 (2x16-ka) 6x1' , Z.O-1:1 14' , 26' HT - PH - 8:8 na skrátené ihrisko 15' HT-HČJ - rýchla streľba z určeného priestoru 15'	
21.01.05	TJ 10.00 - ihrisko 80' RC - 30' (s loptami) 10' KC - 10' 40' HT - PH - pressingová hra 4:4, 3:3 v priestore 40x20m 40' prehra = 20 x 20 m	
22.01.05	TJ 9.30 - ihrisko RC - rozbehanie - dyn+stat.rozvič. 20' 10' KC - 10' 30' HT - VH - 25' , HT - PH - 5:5 2x7' 39' KT - S (brucho, chrbát,nohy,paže)+ V - beh (súvislý PF -160) 15' 30'	
23.01.05		



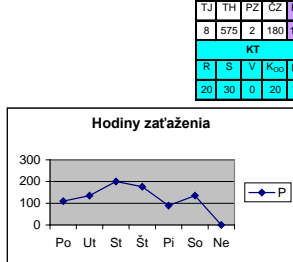
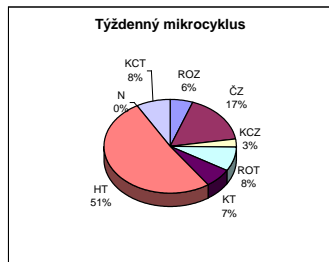
TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R ₀₁	R ₀₂	K ₀₁	K ₀₂	NP			
6	370	2	180	80	625	85	60	55	15	45			
KT													
R	S	V	K ₀₀	KT	HČJ	HK	HS	HT	HČJ	HK	HS	SS	N
15	30	15	0	60	35	0	0	365	0	0	0	0	0
HT													
PC	HC	PH	VH	HT	PC	HC	PH	VH	N				
0	0	125	##	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N													
R	S	V	K ₀₀	KT	HČJ	HK	HS	HT	HČJ	HK	HS	SS	N
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



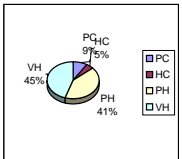
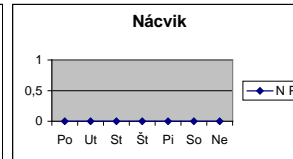
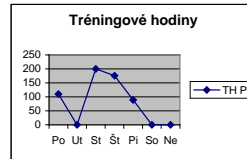
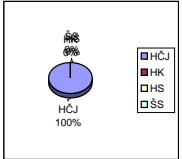
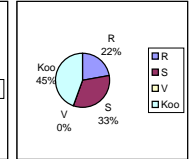
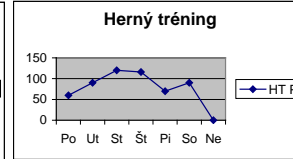
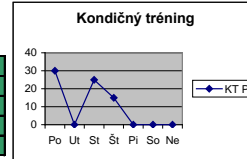
Obrázok 43

Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 2)

Deň	I. fáza													II. fáza																			
PO 24.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	R01	R	10	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0					
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0					
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0					
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	15	KCZ	K00	0	SS	0	VH	20	K00	0	SS	0	VH	0
UT 25.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0					
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0					
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	90	KCT	30	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0			
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	20	RS	20	KCZ	15	K00	0	SS	0	VH	90	K00	0	SS	0	VH
ST 26.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	105	R01	20	R	10	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0			
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	R02	S	15	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0					
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	KCT	10	V	0	HS	0	PH	50	V	0	HS	0	PH	0				
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	30	KCZ	K00	0	SS	0	VH	90	K00	0	SS	0	VH	0
ŠT 27.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	86	R01	10	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0			
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	10	S	0	HK	0	HC	0					
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	KCT	10	V	0	HS	0	PH	66	V	0	HS	0	PH	0				
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	15	KCZ	K00	0	SS	0	VH	90	K00	0	SS	0	VH	0
PI 28.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0					
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0					
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	KCT	10	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0				
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	20	KCZ	K00	0	SS	0	VH	90	K00	0	SS	0	VH	0
SO 29.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	0	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0				
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	1	R02	30	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0			
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	90	KCT	30	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0			
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	15	RS	20	KCZ	15	K00	0	SS	0	VH	90	K00	0	SS	0	VH
NE 30.01.05	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0	TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	0							
	TH	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0	TH	0	R01	R	0	HCJ	0	PC	0	R	0	HCJ	0	PC	0				
	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	PZ	R02	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0					
	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	ČZ	KCT	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0					
	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	KCZ	K00	0	SS	0	VH	0	K00	0	SS	0	VH	0	

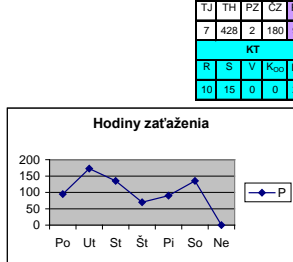
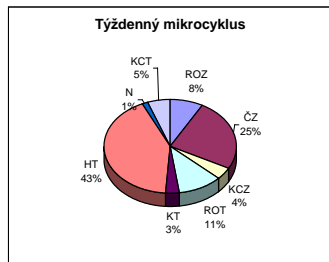


TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KT	HT	N	NP		
8	575	2	180	120	845	89	60	90	30	35				
R	S	V	K00	KT	HCJ	HK	HS	SS	HT	HCJ	HK	HS	SS	N
20	30	0	20	70	35	0	0	546	0	0	0	0	0	0
PC	HC	PH	VH	HT	PC	HC	PH	VH	N					
45	25	211	111	511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	20	20									

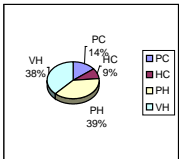
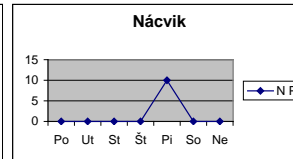
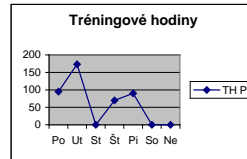
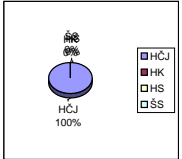
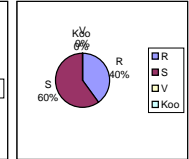
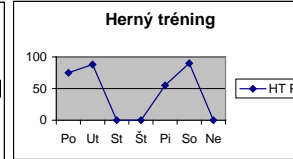
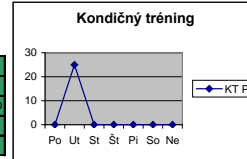


Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 3)

Deň	I. fáza													II. fáza												
PO 31.01.05	TJ 9.30 - ihrisko 103' RC - 25' (rozbehánie+rozcvičenie s loptami vo 2-ici), KC - 10', 30' KT - R - 10' rýchle nohy, S - 15' (odrazová sila) 10', 25' HT - hra 5:5 (4mužstvá) 1zapas=12', ú = hrana predného, pohyb v prednej tretine, až po získ.lopty ho môžu napadať. 3x12' medzi z. HČJ-strelba-2x6'													TJ 16.00 ihrisko 95' RC - 10', HT - HČJ - 20', KC-10' 40' HT - HC - strelba po prebraní a vedení lopty spoza 16-ky 15' HT - PH - hra 2x20', na tretiny, jeden prečísuje 40'												
UT 01.02.05	TJ 9.30 - ihrisko 103' RC - 25' (rozbehánie+rozcvičenie s loptami vo 2-ici), KC - 10', 30' KT - R - 10' rýchle nohy, S - 15' (odrazová sila) 10', 25' HT - hra 5:5 (4mužstvá) 1zapas=12', ú = hrana predného, pohyb v prednej tretine, až po získ.lopty ho môžu napadať. 3x12' medzi z. HČJ-strelba-2x6'													TJ 17.30 - ihrisko 70' RC - rozcvičenie + bago 20', KC - 10', /2 sk. (obr. hráči, útoč.hráči) 30' 1Sk. HT - PC (centre 3:3) 10', HT - PH - hra 3:2 + brankár v 16-ke 15', 25' 2 Sk. PC - najazdy na brankárov 5x 8', PC - centre 2-nabíhajúci, križ. 12./25' HT - VH - 15'												
ST 02.02.05	TJ 9.30 - ihrisko 70' RC - 25' (rozbehánie), HT - HČJ - 20', KC - 10' 40' HT - PH - 8.8, 2x15', na 1/2 ihriska na 3 dotyky 30' HT - PH - 4x6', 4.4, (na vl.polovici na 2 dotyky, tl čo nehrali) 40'													PZ Zlín - MFK Ružomberok 1:1 (16.00) RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'												
ŠT 03.02.05	TJ 9.30 - ihrisko 90' RC - 25' 10' (dlhé prihrávky), HT-PC - 15' (najazdy 1:1,2:2) 25' N - HČJ - 10' (bago), HT-PH-hra na skrátené ihrisko 8.8 - 2x15' 40'													PZ MFK Ružomberok - Veľký Lapáš 2:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'												
PI 04.02.05	TJ 9.30 - ihrisko 90' RC - 25' 10' (dlhé prihrávky), HT-PC - 15' (najazdy 1:1,2:2) 25' N - HČJ - 10' (bago), HT-PH-hra na skrátené ihrisko 8.8 - 2x15' 40'													PZ MFK Ružomberok - Veľký Lapáš 2:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'												
SO 05.02.05	TJ 9.30 - ihrisko 90' RC - 25' 10' (dlhé prihrávky), HT-PC - 15' (najazdy 1:1,2:2) 25' N - HČJ - 10' (bago), HT-PH-hra na skrátené ihrisko 8.8 - 2x15' 40'													PZ MFK Ružomberok - Veľký Lapáš 2:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'												
NE 06.02.05	TJ 9.30 - ihrisko 90' RC - 25' 10' (dlhé prihrávky), HT-PC - 15' (najazdy 1:1,2:2) 25' N - HČJ - 10' (bago), HT-PH-hra na skrátené ihrisko 8.8 - 2x15' 40'													PZ MFK Ružomberok - Veľký Lapáš 2:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' --- 90' KC - 15'												



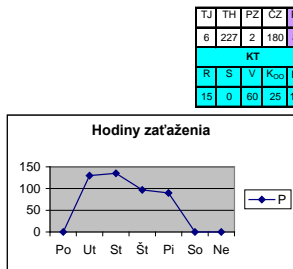
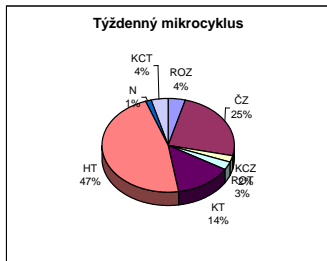
TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R01	R02	KCT	KCZ	NP							
7	428	2	180	90	0	88	80	60	40	30	15						
KT		HT		N													
R	S	V	K00	KT	HČJ	HK	HS	SS	HT	HC	HK	HS	SS	N			
10	15	0	0	25	32	0	0	0	308	10	0	0	0	10			
PC		PH		VH		HT		PC		HC		PH		VH		N	
40	25	106	##	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R		S		V		K00		HT									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



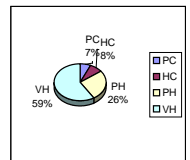
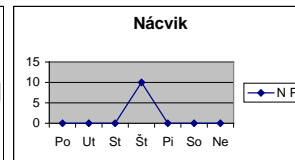
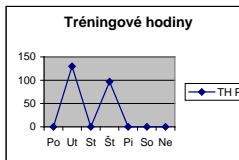
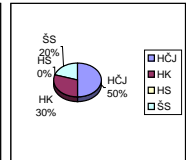
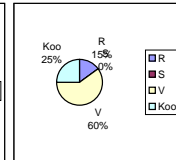
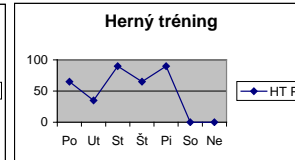
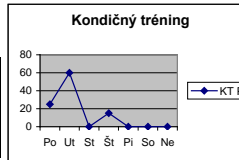
Obrázok 45

Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 4)

Deň	I. fáza	II. fáza
PO 07.02.05		TJ - 16.00 - ihrisko 115' RC - 15' (bez lopty) , KC-10' 25' KT - R - 15' (štarty, rýchle nohy), KOO - 10' (na malom priestore) 25' HT-HC-15' (pressing.bago v priest.14x14m), HT-PH-2x15', 7:7,5x40m 45' HT-PC-20', streľba (po narážke,zasekn.,prebratí do obr.), 20'
UT 08.02.05	TJ 10.00 - ihrisko 60' RC - rozbehanie O2 - 15' , zr.diagonály-5',hádzaná,futbal, 15',KC - 10' 35' HT - HK-Ú- zmena ťažiska hry 15' HT - PH - hra na treťiny 20'	TJ - príroda 15.00 70' KT - V - výbeh-súvisia metóda, SF=ANP - 10 tepov 60' KC - 10' 10'
ST 09.02.05		PZ MFK Ružomberok - Železiar Podbrezová 4:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' ---- 90' KC - 15'
ŠT 10.02.05	TJ 12.30 - ihrisko 97' RC - 7', KT - KOO - 15' (poohyb okolo vyznačených mét) 10' 22' HT - HCJ - 15' (vo štvorci prihrávky P,L) - 10' , HC - 10' (bago) 25' HT - PH - 2x15' na 1/2 ihriska 7.7, 30' HT - HCJ - indiv.streľba spoza 16-ky (staticky) 10', HN - ŠS - penalty 10' 20'	PZ MFK Ružomberok - Opava 0:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' ---- 90' KC - 15'
PI 11.02.05		PZ MFK Ružomberok - Opava 0:0 16.30 RZ - 30' ČZ - 2 x 45' ---- 90' KC - 15'
SO 12.02.05		
NE 13.02.05	ODCHOD DO CHORVÁTSKA	



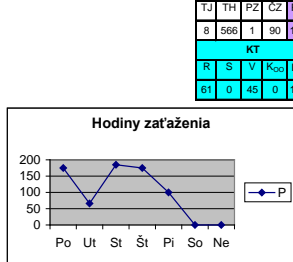
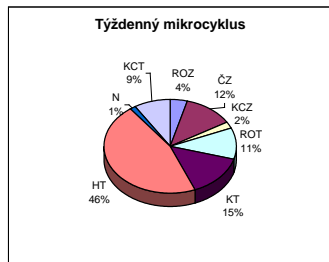
TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	Roz	Roz	KCT	KCT	NP				
6	227	2	180	85	45	22	30	30	15	15				
KT														
R	S	V	Koo	KT	HCJ	HK	HS	SS	HT	HCJ	HK	HS	SS	N
15	0	60	25	100	25	15	0	0	345	0	0	0	0	10
HT														
PC	HC	PH	VH	HT	PC	HC	PH	VH	N					
20	25	80	##	305	0	0	0	0	0					
R S V Koo HT														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					



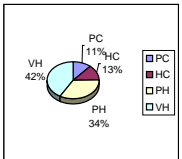
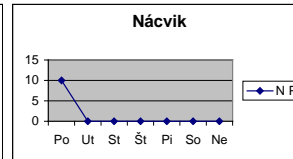
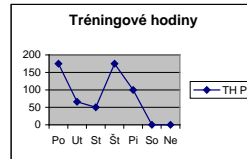
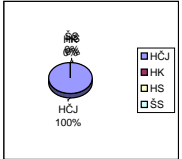
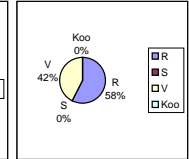
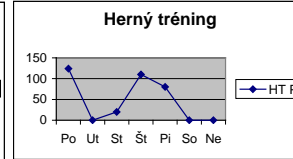
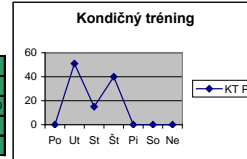
Obrázok 46

Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 5)

Deň	I. fáza										II. fáza																						
14.02.05	TJ - 10.30 - ihrisko	90'	TJ	1	HZ	30	KT	0	HT	59	N	10	TJ - ihrisko 16.00	85'	TJ	1	HZ	35	KT	0	HT	65	N	0									
	RC - 10' KC - 10'	20'	TH	85	R ₀₁	10	R	0	HČJ	30	PC	0	R	0	HČJ	10	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0									
	HT - HČJ - trojice -20'	20'	PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	15	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
	HT-PH-hra na 3 brány 2x7', HT - HC - ukazováčka s brankámi 15'	30'	ČZ	K _{ct}	10	V	0	HS	0	PH	14	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0								
	HN - HČJ - fahká strelba z rôznych pozícií 10', HT - HČJ - súťaž v strelbe 10'	NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	30	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH
15.02.05	TJ 10.00 - príroda,	66'	TJ	1	HZ	66	KT	51	HT	0	N	0	TJ - 10.00 - príroda,	66'	TJ	1	HZ	66	KT	0	HT	0	N	0									
	RC - 5', KT - V - výbeh, l=4' 30"/km - 20', KC - 10'	35'	TH	66	R ₀₁	5	R	6	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0									
	KT - R - 10 x 15m šprint do kopca Z.O - 1:10, 6',	6'	PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
	KT - V - beh - l=5'/km	25'	ČZ	K _{ct}	10	V	45	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0								
		NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	60	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH
16.02.05	TJ 9.45 ihrisko	50'	TJ	1	HZ	30	KT	15	HT	20	N	0	PZ Šibenik - MFK Ružomberok 1:2	15.30	TJ	1	HZ	15	KT	0	HT	0	N	0									
	KC - 10' (bez lopty), KC - 5'	15'	TH	50	R ₀₁	10	R	15	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0									
	HT - R - 15' (akcel., frekvenčná), HT - HC - 20' (bago)	35'	PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	20	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
		ČZ	K _{ct}	5	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0									
		NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	15	RS	20	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH
17.02.05	TJ 10.00 - ihrisko	90'	TJ	1	HZ	90	KT	40	HT	30	N	0	TJ - 15.30 - ihrisko	85'	TJ	1	HZ	35	KT	0	HT	80	N	0									
	RC - 10', KC - 10'	20'	TH	90	R ₀₁	10	R	40	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0									
	KT - R - 10' (rýchle nohy), R - 30' (šprint vo štvorci -cca 450m)	40'	PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
	HT - PH - 30' (hra na 3 brány) 2x15'	30'	ČZ	K _{ct}	10	V	0	HS	0	PH	30	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0								
		NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	30	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH
18.02.05	TJ 10.00 - ihrisko	100'	TJ	1	HZ	100	KT	0	HT	80	N	0	TJ - 10.00 - ihrisko	100'	TJ	1	HZ	0	KT	0	HT	0	N	0									
	RC - 20' (individuálne), KC - 10'	20'	TH	100	R ₀₁	20	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0									
	HT - VH - 2 x 40' (modri - bieli),	80'	PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
		ČZ	K _{ct}	10	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0									
		NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	80	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0
19.02.05			TJ	0	HZ	0	KT	0	HT	0	N	0			TJ	0	HZ	0	KT	0	HT	0	N	0									
			TH	0	R ₀₁	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0								
			PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
			ČZ	K _{ct}	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0									
			NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	15	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH
20.02.05			TJ	0	HZ	0	KT	0	HT	0	N	0			TJ	0	HZ	0	KT	0	HT	0	N	0									
			TH	0	R ₀₁	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0	HČJ	0	PC	0	R	0								
			PZ	R ₀₂	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0	HK	0	HC	0	S	0									
			ČZ	K _{ct}	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0	HS	0	PH	0	V	0									
			NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	NP	0	RS	K _{cz}	K _{oo}	0	SS	0	VH	0	K _{oo}	0	SS	0	VH



TJ	TH	PZ	ČZ	RS	HZ	R ₀₁	R ₀₂	K _{ct}	K _{cz}	NP							
8	566	1	90	140	701	80	30	65	15	30							
KT		HT		N													
R	S	V	K _{oo}	KT	HČJ	HK	HS	SS	HT	HČJ	HK	HS	SS	N			
61	0	45	0	106	70	0	0	0	334	10	0	0	0	10			
PC		PH		VH		HT		PC		HC		PH		VH		N	
30	35	89	##	264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Obrázok 47

Evidencia tréningových ukazovateľov počas intervenčného obdobia (Štúdia „A“, MC 6)

Tabuľka 29

Výsledky medziskupinového efektu úrovne rýchlosti lopty (Štúdia „A“)

Faktor	Typ súčtov		Priemerné			
	štvorcov III	s.v.	štvorce	F	Sig.	η^2
Veľkosť odporu	0,061	1	0,061	0,025	0,880	0,004
Reziduálny rozptyl	14,652	6	2,442			

Tabuľka 30

Konfidenčný interval rozdielov priemerov rýchlosti lopty sledovaných skupín
(Štúdia „A“)

Skupina	Priemer	Stredná chyba	Sig. ^a	95% konfidenčný interval	
				Spodná hranica	Horná hranica
ES _{A1%}	1,112	0,258	0,005	0,481	1,743
KS _{A0%}	-0,025	0,258	0,926	-0,656	0,606

^a – upravené pre viacnásobné porovnanie pomocou Bonferroniho korekcie

Tabuľka 31

Výsledky medziskupinového efektu vybraných parametrov rýchlosti (Štúdia „A“)

Sledovaný parameter		Typ súč.		Priemerné			
		štv. III	s.v.	štvorce	F	Sig.	η^2
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	0,01	1	0,01	0,01	0,913	0,002
	Reziduálny rozptyl	5,88	6	0,98			
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	0,45	1	0,45	0,92	0,374	0,133
	Reziduálny rozptyl	2,91	6	0,48			
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	8,85	1	8,85	5,00	0,067	0,454
	Reziduálny rozptyl	10,63	6	1,77			
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	0,01	1	0,01	0,03	0,867	0,005
	Reziduálny rozptyl	2,35	6	0,39			
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	0,75	1	0,75	2,14	0,194	0,263
	Reziduálny rozptyl	2,11	6	0,35			
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	0,15	1	0,15	0,28	0,616	0,045
	Reziduálny rozptyl	3,20	6	0,53			
ω_1 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	1,40	1	1,40	0,14	0,721	0,023
	Reziduálny rozptyl	60,10	6	10,02			
ω_2 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	Veľkosť odporu	12,38	1	12,38	2,21	0,188	0,269
	Reziduálny rozptyl	33,59	6	5,60			

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Tabuľka 32

Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných rýchlostných parametrov
(Štúdia „A“)

Parameter / skupina		Priemer	Stredná chyba	Sig. ^a	95% konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	2,14	0,26	0,000	1,50	2,78
	KS _{A0%}	-0,27	0,26	0,345	-0,91	0,37
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	1,92	0,30	0,001	1,17	2,66
	KS _{A0%}	0,20	0,30	0,544	-0,55	0,94
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	1,01	0,82	0,264	-0,99	3,00
	KS _{A0%}	0,80	0,82	0,366	-1,20	2,79
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	0,86	0,40	0,075	-0,12	1,83
	KS _{A0%}	-0,88	0,40	0,070	-1,85	0,10
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	-0,52	0,74	0,509	-2,33	1,29
	KS _{A0%}	-0,01	0,74	0,987	-1,83	1,80
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	-0,54	0,49	0,317	-1,74	0,67
	KS _{A0%}	-1,57	0,49	0,019	-2,77	-0,37
ω_1 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	4,83	1,62	0,024	0,87	8,78
	KS _{A0%}	-1,27	1,62	0,462	-5,23	2,69
ω_2 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	ES _{A1%}	-0,69	1,42	0,643	-4,17	2,78
	KS _{A0%}	1,56	1,42	0,315	-1,92	5,03

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolena pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)
^a - upravené pre viacnásobné porovnanie pomocou Bonferroniho korekcie

Tabuľka 33

Výsledky medziskupinového efektu vybraných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „A“)

Parameter / faktor		Typ súč. štv. III	s.v.	Priemerné štvorce	F	Sig.	η^2
α_1 (°)	Veľkosť odporu	68,86	1	68,86	0,55	0,487	0,084
	Rezid. rozptyl	753,63	6	125,60			
α_2 (°)	Veľkosť odporu	0,63	1	0,63	0,01	0,939	0,001
	Rezid. rozptyl	584,95	6	97,49			
β (°)	Veľkosť odporu	27,94	1	27,94	0,31	0,598	0,049
	Rezid. rozptyl	542,40	6	90,40			
l_1 (m)	Veľkosť odporu	0,00	1	0,00	0,14	0,720	0,024
	Rezid. rozptyl	0,13	6	0,02			
l_2 (m)	Veľkosť odporu	0,00	1	0,00	0,05	0,830	0,014
	Rezid. rozptyl	0,07	6	0,01			
l_3 (m)	Veľkosť odporu	0,00	1	0,00	0,84	0,396	0,138
	Rezid. rozptyl	0,03	6	0,00			

Tabuľka 34

Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „A“)

Parameter / skupina		Priemer	Stredná chyba	Sig.	95% konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
α_1 (°)	ES _{A1%}	6,19	3,03	0,087	-1,22	13,59
	KS _{A0%}	-2,51	3,03	0,439	-9,92	4,90
α_2 (°)	ES _{A1%}	2,35	2,52	0,388	-3,82	8,52
	KS _{A0%}	-1,26	2,52	0,636	-7,43	4,91
β (°)	ES _{A1%}	4,82	4,19	0,295	-5,45	15,08
	KS _{A0%}	-4,09	4,19	0,367	-14,35	6,17
l_1 (m)	ES _{A1%}	0,05	0,06	0,381	-0,08	0,19
	KS _{A0%}	-0,07	0,06	0,236	-0,21	0,06
l_2 (m)	ES _{A1%}	0,03	0,06	0,644	-0,114	0,170
	KS _{A0%}	0,11	0,06	0,109	-0,033	0,251
l_3 (m)	ES _{A1%}	0,02	0,04	0,609	-0,07	0,11
	KS _{A0%}	0,06	0,04	0,170	-0,03	0,15

Legenda: α_1 – veľkosť uhlu pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhlu pri flexii kolena vo fáze zášvihu
 β – veľkosť uhlu pri flexii bedrového kĺbu v momente údere
 l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom
 l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
 l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu

Tabuľka 35

Výsledky medziskupinového efektu úrovne rýchlosti lopty (Štúdia „B“)

Faktor	Typ súčtov		Priemerné			
	štvorcov III	s.v.	štvorce	F	Sig.	η^2
Veľkosť odporu	0,16	1	0,16	0,21	0,664	0,029
Reziduálny rozptyl	5,47	7	0,78			

Tabuľka 36

Konfidenčný interval rozdielov priemerov rýchlosti lopty sledovaných skupín (Štúdia „B“)

Skupina	Priemer	Stredná chyba	Sig. ^a	95% konfidenčný interval	
				Spodná hranica	Horná hranica
SK _{B1%}	1,168	0,22	0,001	0,65	1,68
ES _{B2%}	0,948	0,20	0,002	0,49	1,41

^a – upravené pre viacnásobné porovnanie pomocou Bonferroniho korekcie

Tabuľka 37

Výsledky medziskupinového efektu vybraných parametrov rýchlosti (Štúdia „B“)

Sledovaný parameter		Typ súč.		Priemerné			
		štv. III	s.v.	štvorce	F	Sig.	η^2
$v_{\text{šp}}$ (m.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	0,01	1	0,01	0,01	0,943	0,001
	Reziduálny rozptyl	12,94	7	1,85			
$v_{\text{čl}}$ (m.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	0,68	1	0,68	0,97	0,358	0,122
	Reziduálny rozptyl	4,90	7	0,70			
$v_{\text{čl-ú}}$ (m.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	2,12	1	2,12	1,78	0,224	0,203
	Reziduálny rozptyl	8,32	7	1,19			
v_{kol} (m.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	0,04	1	0,04	0,06	0,811	0,009
	Reziduálny rozptyl	4,06	7	0,58			
$v_{\text{kol-ú}}$ (m.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	0,32	1	0,32	0,45	0,526	0,060
	Reziduálny rozptyl	4,99	7	0,71			
v_{bok} (m.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	0,18	1	0,18	0,43	0,533	0,058
	Reziduálny rozptyl	2,94	7	0,42			
ω_1 (rad.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	0,10	1	0,10	0,02	0,895	0,003
	Reziduálny rozptyl	37,12	7	5,30			
ω_2 (rad.s ⁻¹)	Veľkosť odporu	6,19	1	6,19	1,83	0,218	0,207
	Reziduálny rozptyl	23,71	7	3,39			

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu) ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Tabuľka 38

Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných rýchlostných parametrov
(Štúdia „B“)

Parameter / skupina		Priemer	Stredná chyba	Sig. ^a	95% konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
$v_{\text{šp}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	1,05	0,40	0,035	0,10	2,01
	ES _{B2%}	0,63	0,36	0,123	-0,22	1,49
$v_{\text{čl}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	0,70	0,34	0,078	-0,10	1,51
	ES _{B2%}	1,60	0,30	0,001	0,89	2,32
$v_{\text{čl-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	0,77	0,28	0,027	0,12	1,42
	ES _{B2%}	0,57	0,25	0,054	-0,01	1,15
v_{kol} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	1,15	0,97	0,277	-1,15	3,44
	ES _{B2%}	1,15	0,87	0,226	-0,90	3,20
$v_{\text{kol-ú}}$ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	-0,78	0,86	0,395	-2,83	1,26
	ES _{B2%}	0,10	0,77	0,903	-1,73	1,93
v_{bok} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	0,07	0,48	0,892	-1,06	1,20
	ES _{B2%}	0,44	0,43	0,341	-0,57	1,45
ω_1 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	3,18	1,34	0,050	0,01	6,35
	ES _{B2%}	-2,78	1,20	0,054	-0,06	5,61
ω_2 ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)	KS _{B1%}	-0,97	1,48	0,536	-4,47	2,54
	ES _{B2%}	-0,35	1,33	0,802	-3,48	2,79

Legenda: $v_{\text{šp}}$ - maximálna lineárna rýchlosť špičky
 $v_{\text{čl}}$ - maximálna lineárna rýchlosť členku
 $v_{\text{čl-ú}}$ - lineárna rýchlosť členku po údere
 v_{kol} - maximálna lineárna rýchlosť kolena
 $v_{\text{kol-ú}}$ - rýchlosť kolena pri údere
 v_{bok} - lineárna rýchlosť boku pri údere
 ω_1 - uhlová rýchlosť predkolenia pri kope (extenzia kolenného kĺbu)
 ω_2 - uhlová rýchlosť bedrového kĺbu (extenzia bedrového kĺbu)

Tabuľka 39

Výsledky medziskupinového efektu vybraných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „B“)

Parameter / faktor		Typ súč. štv. III	s.v.	Priemerné štvorce	F	Sig.	η^2
α_1 (°)	Veľkosť odporu	26,71	1	26,71	0,41	0,543	0,055
	Rezid. rozptyl	456,93	7	65,28			
α_2 (°)	Veľkosť odporu	0,40	1	0,40	0,01	0,927	0,001
	Rezid. rozptyl	308,275	7	44,04			
β (°)	Veľkosť odporu	15,88	1	15,88	1,18	0,313	0,145
	Rezid. rozptyl	94,08	7	13,44			
l_1 (m)	Veľkosť odporu	0,02	1	0,02	1,41	0,274	0,169
	Rezid. rozptyl	0,07	7	0,01			
l_2 (m)	Veľkosť odporu	0,03	1	0,03	1,13	0,323	0,139
	Rezid. rozptyl	0,17	7	0,03			
l_3 (m)	Veľkosť odporu	0,004	1	0,004	0,277	0,615	0,040
	Rezid. rozptyl	0,10	7	0,01			

Tabuľka 40

Konfidenčný interval rozdielov priemerov sledovaných uhlových a dĺžkových parametrov (Štúdia „B“)

Parameter / skupina		Priemer	Stredná chyba	Sig.	95% konfidenčný interval	
					Spodná hranica	Horná hranica
α_1 (°)	ES _{A1%}	4,84	6,54	0,483	-10,63	20,31
	KS _{A0%}	-0,53	5,85	0,930		
α_2 (°)	ES _{A1%}	9,13	4,22	0,067	-0,854	19,10
	KS _{A0%}	9,70	3,78	0,037		
β (°)	ES _{A1%}	5,02	7,13	0,504	-11,84	21,87
	KS _{A0%}	9,97	6,38	0,162		
l_1 (m)	ES _{A1%}	0,07	0,05	0,223	-0,05	0,19
	KS _{A0%}	0,02	0,05	0,655		
l_2 (m)	ES _{A1%}	0,05	0,06	0,468	-0,10	0,20
	KS _{A0%}	0,01	0,06	0,804		
l_3 (m)	ES _{A1%}	0,03	0,03	0,376	-0,04	0,10
	KS _{A0%}	0,04	0,03	0,165		

Legenda: α_1 – veľkosť uhlu pri extenzii kolena v momente úderu
 α_2 – veľkosť minimálneho uhlu pri flexii kolena vo fáze zášvihu
 β – veľkosť uhlu pri flexii bedrového kĺbu v momente údere
 l_1 – dĺžka posledného kroku pred kopom
 l_2 – maximálna vzdialenosť špičky kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu
 l_3 – maximálna vzdialenosť kolena kopajúcej končatiny a stredu lopty vo fáze jej zášvihu