

KINEZIOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U SPLITU

DOKTORSKI STUDIJ

MARIO TOMLJANOVIĆ

**RAZLIKE UTJECAJA FUNKCIONALNOG I TRADICIONALNOG TRENINGA SNAGE  
NA KONDICIJSKA SVOJSTVA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

SPLIT, STUDENI 2011.

Dana 11. studenog 2011. godine mr.sc. Mario Tomljanović **OBRANIO** je doktorsku disertaciju pod naslovom:

**RAZLIKE UTJECAJA FUNKCIONALNOG I TRADICIONALNOG  
TRENINGA SNAGE NA KONDICIJSKA SVOJSTVA**

mentora dr.sc. Damira Sekulića,  
redovitog profesora na Kineziološkom fakultetu u Splitu

javnom obranom pred stručnim povjerenstvom u sastavu:

1. dr.sc. Slavko Trninić, redoviti profesor u trajnom zvanju Kineziološkog fakulteta u Splitu, predsjednik
2. dr.sc. Igor Jukić, redoviti profesor Kineziološkog fakulteta u Zagrebu, član
3. dr.sc. Saša Krstulović, izvanredni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
4. dr.sc. Nebojša Zagorac, izvanredni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
5. dr.sc. Frane Žuvela, docent Kineziološkog fakulteta u Splitu, član

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>18</b>
1. 1. Općenito o snazi	18
1. 2. Adaptacije na trening s vanjskim opterećenjem	19
1. 3. Trening snage	20
1. 4. Snaga kao psihomotorička sposobnost	20
1. 5. Razvoj snage	22
1. 5. 1. Podjela treninga snage prema obliku mišićne kontrakcije	23
1. 5. 2. Podjela treninga snage prema veličini opterećenja	24
<b>2. VRSTE TRENINGA SNAGE</b>	<b>25</b>
2. 1. Tradicionalne metode razvoja snage	25
2. 1. 1. Bodybuilding tehnika	25
2. 1. 2. Powerlifting metoda	27
2. 1. 3. Olimpijsko dizanje utega	28
2. 2. Funkcionalni trening snage	32
2. 2. 1. Definicija i karakteristike funkcionalnog treninga	37
2. 2. 2. Razvoj funkcionalnog treninga	38
2. 2. 3. Propriocepcija	39
2. 2. 4. Core trening	41
<b>3. DOSADAŠNJE SPOZNAJE</b>	<b>45</b>
3. 1. Dosadašnja istraživanja – snaga	45
3. 2. Dosadašnja istraživanja – pliometrija	48
3. 3. Dosadašnja istraživanja – funkcionalni trening	53
<b>4. CILJ ISTRAŽIVANJA</b>	<b>56</b>
<b>5. HIPOTEZE</b>	<b>57</b>
<b>6. METODE RADA</b>	<b>58</b>
6. 1. Uzorak ispitanika	58
6. 2. Uzorak varijabli	58
6. 2. 1. Mjere eksplozivne snage tipa skočnosti	61
6. 2. 2. Mjere eksplozivne snage tipa bacanja	62
6. 2. 3. Mjere agilnosti	63
6. 2. 4. Mjere brzine trčanja sprinta	65
6. 2. 5. Mjere izdržljivosti	67

6. 2. 6. Mjere repetitivne snage	68
<b>6. 3. Metode obrade podataka</b>	<b>69</b>
6. 3. 1. Metrijske karakteristike testova	69
6. 3. 2. Analiza efekata tretmana	71
<b>6. 4. Eksperimentalni plan</b>	<b>71</b>
<b>7. REZULTATI</b>	<b>72</b>
7. 1. Metrijske karakteristika višestrukih mjernih instrumenata	73
7. 2. Deskriptivna statistika i analiza promjena između mjerenja	79
7. 3. Analiza efekata tretmana	88
<b>8. RASPRAVA</b>	<b>112</b>
<b>8. 1. Metrijske karakteristike testova</b>	<b>112</b>
8. 1. 1. Metrijske karakteristike testiranja ravnoteže	112
8. 1. 2. Metrijske karakteristike testiranja skočnosti	114
8. 1. 3. Metrijske karakteristike testova agilnosti	116
8. 1. 4. Metrijske karakteristike testova eksplozivne snage tipa bacanja	118
<b>8. 2. Efekti tretmana</b>	<b>120</b>
8. 2. 1. Efekti tretmana – morfološke mjere	120
8. 2. 2. Efekti tretmana – mjere ravnoteže	123
8. 2. 3. Efekti tretmana – parametri skočnosti	125
8. 2. 4. Efekti tretmana – agilnost	128
8. 2. 5. Efekti tretmana – eksplozivna snaga bacanja	132
8. 2. 6. Efekti tretmana – sprint	135
8. 2. 7. Efekti tretmana – repetitivna snaga	137
8. 2. 8. Efekti tretmana – aerobno anaerobna izdržljivost	140
<b>9. LITERATURA</b>	<b>149</b>
<b>10. PRILOG 1 – PRIKAZ TRENINGA</b>	<b>156</b>
<b>11. PRILOG 2 – DISTRIBUCIJE REZULTATA</b>	<b>160</b>

## **SAŽETAK**

### **Uvod**

Funkcionalni trening označava vrstu vježbanja koja je dizajnirana tako da imitira aktivnosti i kretne strukture koje se pojavljuju u karakterističnoj sportskoj aktivnosti s ciljem da adaptacije uzrokovane treningom budu specifičnije i primjenjivije. Dosadašnja istraživanja uglavnom su se bavila efektima funkcionalnog treninga kod starijih ispitanika s obzirom da je funkcionalni trening kao takav originalno i razvijen prvenstveno za primjenu kod vježbača s određenim zdravstvenim problemima. Evidentan je nedostatak znanstvenih studija koje su proučavale efekte funkcionalnog treninga kod mladih, prethodno treniranih ispitanika. Dodatno, vrlo su rijetka istraživanja koja su analizirala varijable kondicijskih sposobnosti, to jest varijable koje same u sebi sadrže i određeni dio sportske vještine. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi specifične efekte funkcionalnog treninga (FT) i tradicionalnog treninga (TT) snage na setu antropometrijskih varijabli, eksplozivnoj snazi, agilnosti i performansama sprinta kod mladih, prethodno treniranih muških ispitanika.

### **Metode**

Ispitanici su bili u dobi od 22 do 25 godina. Svi ispitanici, prethodno su bili relativno dobro trenirani, s obzirom da su u trenutku provođenja eksperimenta bili studenti treće godine kineziologije (studij fizičke kulture). Uzorak ispitanika generalno je bio podijeljen u dvije grupe. Jedna grupa je izvodila FT, dok je druga grupa izvodila TT snage (FT – n = 11, TT – n = 12). Uzorak varijabli uključivao je varijable antropometrijskih karakteristika (tjelesna visina, tjelesna težina, postotak masnog tkiva, bezmasna masa i ukupna tjelesna voda), dvije varijable za procjenu agilnosti (5-10-5 metara trčanja i heksagon test), varijable za procjenu skakačkih performansi (vrijeme provedeno u zraku, vršna snaga, visina skoka i vrijeme kontakta s tlom), testovi bacačkih performansi (bacanje medicinske lopte s jednom rukom iz stajanja, bacanje medicinske lopte iz ležanja), te varijable za procjenu brzina trčanja sprinta (10 metara sprint i 20 metara sprint). Ukupni eksperimentalni trening program trajao je 5 tjedana, i obje grupe su provodile 3 trenažne jedinice tjedno. Generalno, pokušalo se koncipirati treninge da budu anatomske odgovarajući, to jest i da FT i TT snage angažiraju iste mišićne skupine, samo kroz koncept TT odnosno kroz koncept FT snage. Metode obrade rezultata uključivale su deskriptivnu statistiku, provjeru normaliteta distribucija, provjeru

pouzdanosti varijabli, a efekti treninga analizirani su dvofaktorskom analizom varijance s dodatnim *t*-testom.

### **Rezultati i rasprava**

Analizirane varijable pokazale su zadovoljavajuću pouzdanost, pa su sve zadržane u daljnjim analizama. Analiza varijance pokazala je značajne efekte za varijablu agilnosti (HEKSAGON), varijablu bacanja medicinske lopte iz stajanja i tri parametra eksplozivne snage tipa skoka (visina skoka, vršna snaga i vrijeme kontakta s tlom). Sve su se mjere poboljšale tijekom istraživanja. Značajni efekti po grupama uočeni su na varijablama vrijeme kontakta s tlom i vršna snaga, gdje su analize ukazale kako je grupa koja je provodila TT snage unaprijedila svoje performanse. Isto tako, značajni efekti po grupama uočeni su za bacanje medicinske lopte iz stajanja, gdje je grupa koja je provodila FT snage, značajno unaprijedila izvedbu. Premda je studija koja je ovdje prikazana, analizirala promjene pod utjecajem treninga u relativno kratkom periodu i pri tome je proučavan relativno mali uzorak ispitanika, mogu se izdvojiti neki zanimljivi zaključci. Prvo, izgleda da FT i TT snage dovode do diferencijalnih učinaka na eksplozivnu snagu i varijable agilnosti, dok TT povećava energetske potencijale trenirane muskulature i samim tim rezultira ukupnom povećanju parametara snage, FT trening izgleda da pretežno djeluje na posturalnu kontrolu. Stoga su efekti TT snage vidljivi kod onih varijabli kod kojih ispitanik mora proizvoditi veliku količinu sile u kratkom vremenu. S druge strane efekti FT, mogu se očekivati kod onih varijabli u kojima je ukupna posturalna kontrola i precizna kontrola kinematičkih izlaza eksplozivnih kretanja izrazito naglašena. Stoga preporučamo upotrebu TT snage kad su ispitanici u mogućnosti provoditi visoko intenzitetski trening (pripremni period i izvan sezone). S druge strane FT smatramo primjerenijim tijekom natjecateljske sezone kada sportaši nisu sposobni kontrolirati ukupni trening niti natjecateljski angažman, a s tim povezano nisu sposobni kontrolirati karakteristični sport stres.

## **ABSTRACT**

Functional training (FT) refers to exercise training programs that are designed to imitate the activities and movement patterns that occur in an athlete's characteristic activity to make training adaptations more specific and applicable. There is a lack of studies on the effects of FT in young and previously trained subjects. The aim of this study was to determine the training-specific effects of FT and traditional strength training (TST) on a subset of anthropometric measures, explosive strength, agility, and sprint performance in young (22-25 years of age), previously trained male subjects (N = 23) that were divided randomly into two groups (FT, n = 11; TST, n = 12). The variables sampled included anthropometric measures (body height, body weight, body fat percentage, lean body mass, and total body water), two agility tests (5-10-5 meter shuttle run and the hexagon test (HEXAGON)), jumping ability (air time, peak power (PEAKPWR), jump height, ground contact time (GCT)), throwing ability tests (standing overarm medicine ball throw (SMB) and laying medicine ball throw), and sprinting variables (10m and 20m dash and 10-20m time results). The training program lasted 5 weeks and consisted of 3-times-weekly FT or TST. Pre- and post-training differences within the groups were established using the dependent samples *t*-test. The independent samples *t*-test was calculated to detect between-group differences. Anthropometric variables did not change significantly during the training period. Within-group comparisons revealed significant improvements in the SMB and HEXAGON for FT. TST significantly improved GCT, PEAKPWR, and HEXAGON performance but decreased achievement for the SMB. In conclusion, FT and TST differently influenced the explosive strength and agility variables. More precisely, the results demonstrated that TST increased the energetic potential of trained musculature, which resulted in an overall increase in power qualities, while FT improved postural control and precise coordination. The limitations of this study are noted.

## **Introduction**

Functional training (FT) is a relatively novel form of specific training for fitness. The main idea of FT is mostly referred to as the SAID Principle, which stands for Specific Adaptation to Imposed Demands. More precisely, "functional" exercise training programs should be designed to imitate the activities and movement patterns that occur in an athlete's (person's) characteristic activity (sport, job, etc.), to make training adaptations more specific

and therefore more applicable. The verb “functional” refers to the performance of an action, work, or activity (Weiss, et al., 2010). Although originally developed to prevent and partially cure functional and overall motor deterioration in older adults, the idea and concept of FT is also widely accepted in sports training and conditioning. Brill (2008) defined “functional fitness” as emphasizing multiple muscle and joint activities, combining upper and lower body movements, and utilizing more of the body in each movement. This idea promotes the notion that FT should be designed to improve movement and should include movement-based exercises and not focus exclusively on specific muscular adaptations, as in traditional strength training (TST). While TST approaches have been typically designed to isolate individual muscles using free weights in “supported” and/or stable positions or machine-based training protocols, FT is generally oriented toward the athlete’s goals using unstable exercises and also by trying to improve motor control in the specific athlete’s tasks.

However, studies that have investigated the effects of FT were mostly focused on older adults and/or persons with specific health problems and rarely included healthy individuals of an advanced fitness level. Briefly, de Vreede, Samson, van Meeteren, Duursma, and Verhaar (2005) concluded that functional-task exercises were more efficient than resistance exercises at improving functional-task performance and should be considered an effective method to help maintain an independent lifestyle of older women. Very similar conclusions were reported by Milton, Porcari, Foster, Gibson, and Udermann (2008). Bale and Strand (2008) indicated that FT of the lower extremities improve physical performance more than traditional training in 18 sub-acute post-stroke patients. Kibele and Behm (2009) studied healthy, younger, but untrained subjects during a 7-week program, and showed that there was no overall difference between unstable and stable resistance training and that the training effects were independent of gender. In a more recent study Sparkes and Behm (2010) concluded that instability resistance training, which reportedly uses lower forces, can increase strength and balance in previously untrained young individuals similarly to training with more stable machines employing heavier loads. In one of the rare studies that dealt with healthy, relatively trained individuals, Weiss, et al. (2010) suggested that both traditional and functional training programs are equally beneficial for increasing endurance, balance, and traditional measures of strength. However, changes in various girth measures, muscular endurance and flexibility appear to be program-specific.



From this brief literary review it is evident that there is a lack of studies on the effects of FT in young and previously trained subjects. Moreover, data are scarce for the different effects of FT and TST training programs on certain specific athletic performance variables, such as jumping, throwing (e.g. explosive strength), agility and/or sprint achievement. Therefore, the aim of this study was to determine the training-specific effects of FT and TST on a subset of anthropometric measures, explosive strength, agility, and sprint performance in young, previously trained subjects.

### **Materials and methods**

**Subjects:** The subjects in this study, who were sports science students (all males,  $n = 23$ , 22-25 years old), were divided randomly into two groups: the functional training group (FT,  $n = 11$ ) and the traditional training group (TST,  $n = 12$ ). The subjects self-reported being moderately trained athletes with limited FT experience (i.e. they were familiar with FT exercises but had not participated in any systematic FT). A moderately trained athlete was defined as having lifted weights two to three times, having one to two endurance-based exercise sessions per week, and having done so for at least 6 months. In addition, subjects reported that they were not taking performance-enhancing drugs and nutritional supplements at the time of the experiment and had no musculoskeletal disorders that would prohibit an exercise testing and training regime. Although more subjects were involved in the original investigation, in this study we included only those subjects that participated in at least 80% of the training sessions. Subjects were required to abstain from food for at least 3 hours before testing and abstain from strenuous activity on the day of testing. Since we have studied young previously trained adults, where no significant deterioration, as well as no significant growth and development-induced changes (i.e. improvement) in the studied variables were expected in this experiment we have not included a control–passive group.

#### *Variables:*

The sample variables included anthropometric measures, two agility tests, explosive strength variables (jumping ability and throwing ability), and sprinting.

#### *Anthropometric variables:*

In this study, we included body height (BH) and body mass (BM). BH was measured using a stadiometer (in cm), and BM was measured using a digital scale (in kg). Additionally, using a bioelectrical impedance analysis system (Maltron Body Fat Analyzer; BF-905; Maltron

International Ltd.), we measured body fat percentage (BF%, percent of the total BM), total body fat mass (BF, in kg), lean body mass (LBM, in kg), and total body water (H<sub>2</sub>O, in l).

*Agility variables:*

AG5-10-5: The shuttle-run agility test was included as a measure of the ability to sprint and change direction. The contact mat was used to measure the time. The subjects started the electronic clock when they left the contact mat, sprinting for five meters. At the end of the 5-m section, the subjects reversed their running direction and sprinted back for 10 meters. After the 10-meter section, the subjects sprinted back for five meters (starting position) and stood on the contact mat to stop the electronic clock. The best of three consecutive trials (in one-hundredths of a second) was used for the statistical analysis.

HEXAGON: A hexagon with 61-cm sides and 120-degree angles was marked with a tape on a hard surface floor with a 30.5-cm tape strip in the middle to mark the starting position. The test began with the subject standing on the tape strip placed in the middle of the hexagon (center). The tester gave the command “Ready, go” and started the stopwatch. On the “Go” command each participant began to double-leg hop from the center of the hexagon over each side and back to the center in a clockwise direction until the participant went around the hexagon three times and returned to the center (18 jumps). The stopwatch was stopped once the participant was back at the center mark after three revolutions around the hexagon. The participants were required to face the same direction during the course of the test, and the feet could not land on the taped edges of the hexagon or the trial was stopped and restarted. The subject’s score (in one-hundredths of a second) was recorded for the fastest time of three trials.

*Sprinting variables:* Sprinting variables were measured using timing photo gates (Brower Timing System USA). The subject started on the sound signal, which started the electronic timing system. Two sets of photocells were used, and they were placed at the 10-m and 20-m gates. The timing results from each of the gates were recorded as a result of the SPRINT10, or SPRINT 20, and the numerical difference between the 10- and 20-m results was noted as the SPRINT10-20 result. The subject’s score (in one-hundredths of a second) was recorded for the fastest time of three trials

*Explosive strength - throwing ability:*

SMB: The subjects stood at a line with their feet slightly apart and facing the direction to which the ball was thrown. They were instructed to perform the overarm throw of the 1-kg

medicine ball with their dominant hand. The subjects were permitted to step forward over the line after the ball is released and is, in fact, encouraged to do so to maximize the distance of the throw. The distance was measured to the closest 0.1 m, and the best of three consecutive trials was recorded.

LMB: The subjects lay down on their backs and held a 3-kg medicine ball on the floor above the head with arms fully extended. Shoulders were on the zero-line. The throwing action was similar to that used for a soccer throw-in. The ball was thrown as vigorously forward as possible, and the head was kept on the floor. The best of the consecutive trials was recorded as the final result (to the nearest 0.1 m). *Explosive strength - jumping ability*: The Newtest Powertimer System (Newtest Oy, Oulu, Finland) was used. All subjects performed a countermovement jump (CMJ) without arm swing from the contact mat while being measured for the air time (AIRTIME), peak power (PEAKPWR), jump height (JH), and ground contact time (GCT). As suggested by other authors (Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic, & Dervisevic, 2011) the best of three consecutive trials with appropriate rest between them was used as a final result. In the starting position of the CMJ the subject stood straight with the hands on the hips then squatted down rapidly to a 90° knee angle and jumped up as explosively as possible keeping the hands on the hips. During the ascending phase the subject had to keep the upper body as erect as possible and they had to land on the contact mat with the balls of the feet and keeping their knees straight. AIRTIME and GCT were automatically measured in seconds. JH and PEAKPWR were calculated ( $JH \text{ (cm)} = 9.81 \times \text{Flight time}^2 / 8$ ;  $PEAKPWR \text{ (W)} = 60.7 \times JH + 45.3 \text{ body mass (kg)} - 2055$ )

Experiment: The 5-week training period consisted of 3 training sessions per week. Participants were monitored during training by one of the authors of this text to ensure full effort was applied in each session. The training warm-up consisted of 10 to 15 minutes of medium-to-sub-maximal intensity aerobic activity on exercise bikes and treadmills. The subjects performed five to ten repetitions of dynamic stretching with moderate exercise intensity for the whole body.

The subjects included in the TRT group performed two types of training sessions consecutively. The “A” session included free-weight squats (to a knee angle of approximately 90 degrees), T-bar rowing, bench press and leg flexion. The “B” session consisted of free-weight lunges, dead lifts, lat pull-downs, and leg extensions. Four sets of six-ten repetitions each with 80% of 1RM were performed. More precisely, the first set

subjects did 10 repetitions per exercise, but due to exhaustion, subjects lifted the applied load (80% of 1RM) six-seven times in the 3<sup>rd</sup> and the 4<sup>th</sup> set. Both sessions included three types of stable sit-ups and lumbar hyperextensions.

FT was also organized throughout consecutive A and B sessions. The A session consisted of specific unstable functional exercises namely: one leg TRX-squats (Figure 1), suspension rowing (Figure 2), push-ups (Figure 3), and power-wheel leg flexion (Figure 4). The B session included flow-in lunges (Figure 5), one-leg dead lifts, rubber band-assisted pull-ups, and functional one-leg good-mornings (Figure 6). The FT group also differed from the stable resistance training group in that they performed four trunk stabilization exercises on a Swiss ball. Trunk stabilization exercises included a supine hip extension–knee flexion combination, T-bridge fall-off (with arms abducted and extended, supine trunk and knees flexed at a right angle, the shoulders are rolled to the left and right on a Swiss ball), a prone hip and knee flexion combination using both legs, and a prone hip and knee flexion combination using a single leg. The intensity of the FT exercises was self-administered by participants, but they were asked to perform eight-twelve repetitions (10-15 repetitions for trunk stabilization exercises) using the correct technique, which was controlled by the authors. In summary, the FT group trained with unstable exercises, whereas the TRT group utilized exercises with a stable base, while the training programs were anatomically matched as much as it was possible. Also, both programs mostly included upper-body exercises. This was done because we tried to simulate a realistic situation in competitive sports. Briefly, from our professional experience in most of the team sports (team handball, basketball, volleyball) in-season conditioning period is rarely oriented toward lower extremities, because of the: (1) short duration of the preparation period; and (2) relatively high volume of endurance workouts where lower extremities are mostly engaged. The authors will gladly provide more details for the training program and exercise explanations.

Prior to the inception of training (pre-training), subjects were tested on anthropometric measures, agility tests, explosive strength (first day), jumping ability and sprinting (second day). Repeated assessments (post-training) were performed on the third and fourth days following a 5-week training protocol (see later text) in the same manner as the pre-training testing.

Statistical analysis:

Statistical analysis included descriptive analyses (means and standard deviations for the sample as a whole, and separately for the FT and TRT) for the pre- and post-training status. The normality of the distribution was tested by using Kolmogorov-Smirnov test and it showed an appropriate normality of the distributions for all studied variables. The reliability of the motor-status variables was calculated prior to the training process by means of the Cronbach Alpha coefficient.

Training effects were analyzed using a two-way analysis of variance (ANOVA) (2 x 2) with repeated measures. Factors included training groups (FT and TRT) and time (pre- and post-training). When significant ANOVA interactions were found, additional independent *t*-tests were applied to determine between-groups differences.

All coefficients were considered significant at a level of 95% ( $p < .05$ ). Statsoft's Statistica version 7.0 was used for all calculations.

## **Discussion and conclusions**

### *Anthropometric measures*

As presented previously, the anthropometric variables did not change significantly in either the FT or TST groups. In comparison, Weiss et al. recently reported a significant increase in body weight and several circumference (girth) measures in a TST group. However, Weiss and her colleagues did not study the gender-specific effects (e.g. their FT and TST groups were composed of both men and women). Studies dealing with the metabolic response of FT found an average caloric expenditure of 0.14 kcal/kg per minute of training, which results in an average expenditure of approximately 289 kcal for a 28.5-minute FT session (Lagally, Cordero, Good, Brown, & McCaw, 2009). The mean expenditure in kilocalories per minute for men was 12.0, and this was found to be higher than the caloric expenditure reported in studies examining either traditional resistance exercise (Bloomer, 2005) or circuit weight training (Beckham & Earnest, 2000), which found energy expenditures ranging from five to nine kcal/min. Therefore, our data, showing that the TST group slightly decreased in body fat while the FT group slightly increased their body fat measure, do not seem logical. Most probably the reason should be sought in the fact that the TST group we studied included a high-intensity workout in which participants regularly used free weights and performed at least a few sets of six to ten repetitions per training until exhaustion while the authors we cited previously studied circuit weight training (Beckham & Earnest, 2000) and moderate-intensity resistance exercise (Bloomer, 2005). Consequently, we suppose that the caloric

expenditure of our TST group was somewhat higher than those observed in the studies of our respected colleagues.

#### *Motor status variables*

Studies performed thus far have regularly found that traditional weight training improves jumping abilities (Blakey & Southard, 1987; Fatouros, et al., 2000; Hakkinen & Komi, 1985; Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993). However, the effects of FT on vertical jumping abilities were rarely studied. In one of the rare studies that dealt with such an objective, Sparkes and Behm (2010) found some tendencies toward improvement in countermovement jump performance among subjects that performed “unstable weight training”, but the statistical significance of the pre-to-post differences did not reach an appropriate level. Therefore, our results support their observations regarding the effect of FT on jumping abilities in trained subjects (note that the FT we studied did not improve jumping abilities). We believe that there are two main reasons why the FT group did not improve their jumping abilities. First, our FT mostly included upper-body-exercises (see Methods). Second, we studied previously trained subjects that may not experience the same degree of stress from instability training as untrained individuals (see Wahl and Behm (2008) for more details). As a result of these circumstances, we found no significant change in jumping abilities within the FT group. At the same time, previous studies found that weight training can improve vertical jumping performance, in most cases by 5–15% (Blakey & Southard, 1987; Hakkinen & Komi, 1985; Wilson, et al., 1993). Therefore, it seems that our TST increased energetic capacities (e.g., the force produced by joints in action), which consequently improved performance in some of the measured jumping parameters.

Several factors have been established as major determinants of power/explosive strength performance, including the force developed by joints in action, the rate of force development (muscle power) produced by the muscles, and the neural coordination of the movement Fatouros, et al. (2000). Knowing that our FT program consisted of mostly upper-body exercises, it seems that, contrary to jumping abilities, the FT group achieved appropriate training stress for this variable, which allowed them to improve their throwing abilities significantly. This improvement is probably mostly related to the improved neural coordination of the movement. In short, when observing FT exercises more precisely, it is clear that most place special emphasis on postural control and muscular coordination. Because multiple joint action occurs during the SMB test, either in eccentric-concentric

contractions throughout the stretch-shortening cycle (the shoulders and trunk regions mostly) and/or to ensure stability of the “non-active” parts of the locomotor system (the hip and lower body regions), the significant positive effects of our FT on throwing performance is logical.

Agility, as measured by the HEXAGON test, improved significantly in FT only. Kibele and Behm (2009) used 4 x 9m shuttle run test and found no significant improvement in untrained subjects with unstable (i.e. FT) and stable (i.e. TST) resistance training. When Yaggie and Campbell (2006) studied the effects of balance training performed on BOSU equipment, they found a significant improvement for young, previously trained individuals in the multidirectional zig-zag agility test. However, we must note that Yaggie and Campbell’s FT program consisted of balance exercises exclusively, while our FT program consisted of mostly unstable resistance upper-body exercises. Therefore, the improvements in agility were somewhat less likely to be expected in our case. To explain the positive changes in agility measured by the HEXAGON test, we deemed two possible mechanisms as particularly interesting: (a) improved power qualities and (b) enhanced postural control of the subjects. The first possibility relates to the possible influence of power characteristics and their improvement on agility. Explosive strength and power qualities contribute significantly, although not highly, to agility performance (Marković, Sekulić, & Marković, 2007), which is expected for the variables and agility skills in which subjects have to repeatedly apply a high level of force to execute the movement pattern similar to the HEXAGON test. Contrary to that notion, the influence of power and explosive strength is lower for agility performances in which speed qualities prevail (e.g. the unidirectional shuttle-run tests such as AGIL5-10-5). However, this result could explain improvements in the HEXAGON for the TST group exclusively because only the TST group changed significantly in power characteristics (GROUNDTIME and PWRFACT). The TST program probably influenced the ability to effectively perform the repeated jumps during the HEXAGON test and, consequently, to achieve better results post-training. A second possible explanation for the improvement of the FT group was enhanced postural control, which is mainly related to neurological adaptations of the proprioceptors and sensory enhancements. Consistent activity and training of the lower extremities may influence reaction time, proprioception, and muscle activation of the crural musculature (Lentell, Katzman, & Walters, 1990; Lephart, Pincivero, & Rozzi, 1998; Lundin, Feuerbach, & Grabiner,

1993). Peroneal muscle reaction time has been examined in multiple research models and disease states, and the loss of reactionary control of the lateral musculature of the crurum is known to be one of the main causes of poor muscle activation, joint motion, and alteration in the pressure center of the foot (Yaggie & Campbell, 2006). Lentell et al. (1990) reported that instability of the ankle is not a result of muscle weakness but is associated with the presence of proprioceptive deficits. These kinematic outcomes result in modifications throughout the kinetic chain that alter the inverse dynamics of the knee and hip. These changes resulted in a delay in the inherent mechanisms and reflex loops used to control posture and balance. Previous studies noted that the training of these muscles, among others, enhances reaction and proprioception of lower extremities and results in improved postural control. During the HEXAGON test, there were two main parameters of efficacy: (a) quick application of force while jumping in and out of the hexagon and (b) control of kinematic outcomes of explosive multidirectional lateral movements that disrupt postural balance. It is clear that some of the exercises applied throughout the FT directly stimulated proprioceptive qualities in the knee, hips, and torso leading to enhanced postural control and consequent improvement in the HEXAGON test performance within the FT group.

#### *Study limitations*

In conclusion, we have to note some study limitations. First, the study period (training period) was relatively short (only five weeks). Therefore, one can argue that changes in some measures (anthropometric ones mostly) are hardly to be expected as a result of such a short training period. However, the focus of our research was eventual training effects that would suggest the applicability of the training program to competitive sports. Therefore, because (a) in competitive sports athletes are not able to perform the conditioning program for more than a month or so and (b) we intended to observe eventual training-induced changes within a “realistic” time period, we believe that a training period of five weeks is suitable for the purpose of our study. Next, in this study we observed a limited number of variables. However, we studied those variables that are known to be of interest to competitive team sports like football, basketball and/or handball (Šibila, Vuleta, & Pori, 2004; Jones, & Drust 2007; Hucinski, Lapszo, Tymanski, & Zienkiewicz 2007).

Finally, the sample size was relatively small. However, the objective of this study was to provide evidence for changes in previously trained subjects (i.e. athletes). Therefore, the available subjects were limited to subjects of advanced training status that were also highly



committed to the investigation and training regime. Additionally, although the sample originally involved more subjects, we have included in this study only those subjects that completed 80% of the training sessions.

Although the study was performed during a short study period and utilized a relatively small sample of subjects, it allows us to highlight some interesting findings. Mainly, it seems that FT and TST provide different effects on the explosive strength and agility variables. While TST increased energetic potential in trained musculature and resulted in an overall increase in power qualities, FT most likely affected postural control. Therefore, the effect of TST is evident in those variables in which the subjects had to produce force in a short time-period (e.g. contact time and peak power index during jumping and hexagon agility tests). In addition, the effects of FT can be expected for those performance variables in which overall postural control and precise control of the kinematic outcomes of explosive movements are necessary (e.g. overhand throwing, the hexagon agility test). Therefore, we suggest the use of TST when participants are able to perform a high-intensity workout (e.g. offseason preparation periods). Meanwhile, the FT program seems to be more appropriate during the competitive season when athletes are not able to control overall training, competitive engagements, and characteristic sport stress.

Because this investigation involved a limited number of performance variables, it would be interesting to include additional motor tests (e.g. static and dynamic balance, and multidirectional agility running tests) in future research. In addition, it is possible that the FT training produced even more significant changes than those we observed here but in postponed phases. Therefore, in forthcoming investigations, it would be interesting to examine the possibility of delayed training effects on specific motor-performance variables with FT.

# 1. UVOD

## 1. 1. *Općenito o snazi*

Svaki naš pokret, a posebice onaj u kojem svladavamo znatno vanjsko opterećenje, ovisi o sposobnosti skeletnih mišića da proizvede silu i snagu. Temeljna je funkcija skeletnih mišića proizvodnja mišićne sile. Promatrajući s tog aspekta, svaki skeletni mišić posjeduje tri temeljne sposobnosti: sposobnost da proizvede maksimalnu silu, sposobnost da silu proizvede brzo i sposobnost da silu proizvodi kroz duži vremenski period. Vršna sila koju proizvedemo tijekom maksimalne voljne kontrakcije u definiranim uvjetima naziva se jakost (engl. strength)(Marković, 2008.).

S obzirom na dobro poznate vrste mišićne kontrakcije, razlikujemo izometričku mišićnu kontrakciju, koncentričnu mišićnu kontrakciju i ekscentričnu mišićnu kontrakciju. Najveću silu mišić može proizvesti u ekscentričnim uvjetima, manju u izometričkim uvjetima, a najmanju u koncentričnim uvjetima. Nadalje, sposobnost proizvodnje maksimalne mišićne sile u što kraćem vremenu naziva se eksplozivna jakost. Primjerice, dva mišića mogu imati identičnu sposobnost generiranja maksimalne sile (imaju identičnu jakost), ali se mogu razlikovati u brzini postizanja maksimalne sile (imaju različitu eksplozivnu jakost). Sposobnost eksplozivnog generiranja mišićne sile također ovisi o vrsti mišićne kontrakcije. Najveću silu u najkraćoj jedinici vremena (tj. najveću eksplozivnu jakost) mišić može proizvesti u tzv. ekscentrično-koncentričnom ciklusu odnosno režimu rada mišića kod kojeg eksplozivnoj koncentričnoj kontrakciji prethodi kratko i brzo predistezanje aktivnog mišića (ekscentrična kontrakcija). Konačno, sposobnost mišića da silu generira što je moguće dulje naziva se izdržljivost u jakosti ili mišićna izdržljivost. S obzirom na režim rada mišića (statički ili dinamički) razlikujemo statičku i dinamičku mišićnu izdržljivost. Prijeđimo sada na mišićnu snagu, ponekad zvanu i eksplozivna snaga. U objašnjenju karakteristika nekog kretanja nije dovoljno objašnjenje elementima rada, već je neophodno uvesti pojam snage (P), kojim se izražava rad u jedinici vremena. Dvije osobe mogu izvršiti isti rad, ali s različitim utroškom energije i s potpuno drugim efektima. Primjerice, pješak koji je prešao 100 m u šezdeset sekundi izvršio je isti rad kao trkač iste težine koji je tu istu stazu istrčao za deset sekundi. Zbog objašnjavanja navedenih razlika uveden je pojam snage kojim se izražava rad izvršen u jedinici vremena. Složena kretanja kod kojih se traži maksimalni rezultat i kod kojih je naglašena dinamička komponenta moraju biti izvedena najefikasnije odnosno naj snažnije. Kako bismo zadovoljili ovaj kriterij moramo sa što većom silom djelovati na što duljem putu u što kraćem vremenu. U sportskim kretanjima čovjeka, silu povećavamo uključivanjem većih mišićnih skupina u djelovanje i ukupno većeg broja mišića u rad. Vrijeme izvođenja radnje skraćujemo racionalnim redoslijedom uključivanja mišića u aktivno djelovanje. Tijelo se pokrene djelovanjem velikih mišićnih skupina (primarnim pokretačima), zatim se uključuju manje jaki, pa slabiji i konačno najslabiji mišići koji sudjeluju u tom pokretu. Ovakvim radom

mišića izbjegava se djelovanje slabih mišića u prvoj fazi zato što oni obično nisu sposobni sami započeti kretanje kad tijelo miruje ili se kreće manjom brzinom. Kada inerciju mirovanja savladamo djelovanjem jačih mišićnih skupina, uključujemo i slabije te upravo ovakvim redoslijedom radnji postizemo najveću moguću brzinu kretanja što je osnovni uvjet za ispoljenje snage. Mišićna sila, kao jedina unutrašnja sila kod čovjeka, ispoljava se pod djelovanjem mišićne kontrakcije (izometrijska, izotonička i ekscentrična), a pojavljuje se u različitim manifestnim oblicima (eksplozivna, repetitivna i statička snaga). U sportu je veoma bitno snagu podijeliti i topološki, odnosno regionalno (snaga ruku i ramenog pojasa, snaga trupa, snaga nogu i kukovlja). Ove su podjele vrlo bitne jer je u sportu najvažnije znati analizirati strukture pokreta i na osnovi toga odrediti program treninga za pojedinog sportaša u njegovom sportu (Lončar, 2009.).

Snaga ne ovisi samo o čimbeniku poprečnog presjeka mišića koji je uključen u rad, već ovisi i o sposobnosti mišića da u rad uključi „brza mišićna vlakna“ te sposobnosti uspješne sinkronizacije svih mišića uključenih u rad. Iz navedenoga možemo zaključiti da snaga ne ovisi samo o veličini mišića, nego u velikoj mjeri ovisi o kapacitetu CNS-a (centralnog nervnog sustava) da „pogoni“ te mišiće. Kako bismo poboljšali veze muskulature sa CNS-om i tako poboljšali koordinaciju i sinkronizaciju mišićnog rada te time povećali snagu, mišiće moramo cijelo vrijeme tjerati na prilagodbu, a to ćemo napraviti mijenjanjem vrste treninga, veličine opterećenja i oblika mišićne kontrakcije. Svaki model opterećenja (medijalno, submaksimalno, maksimalno i supramaksimalno) te svaka vrsta kontrakcije i vrsta treninga ima različit utjecaj na CNS, muskulaturu, a s time i na razvoj različitih faktora snage. Ovim smo se dotakli problematike treninga snage, o čemu će biti više riječi u ostatku rada. Za napomenuti je kako svaki sport ima svoju problematiku treninga snage zato što je potrebno razvijati snagu koja je potrebna za kretne strukture samog sporta o kojem je riječ. Drugim riječima, snaga koju razvijamo treba služiti nekoj funkciji (funkcionalni trening snage).

## ***1. 2. Adaptacije na trening s vanjskim opterećenjem***

Sustavni trening jakosti i snage dovodi do značajnih adaptacijskih promjena u brojnim organskim sustavima čovjeka: živčanom sustavu, mišićno-skeletnom sustavu, endokrinom sustavu, energetsom sustavu, srčano-žilnom sustavu itd. Najpoznatiji mehanizam prilagodbe mišića na trening jakosti i snage jest hipertrofija mišića, odnosno povećanje poprečnog presjeka mišićnih vlakana. Riječ je o povećanju količine kontraktilnih proteina u mišićnim vlaknima, što omogućuje i proizvodnju veće sile i snage.

Vrste hipertrofije su:

1. kronična hipertrofija (povećan broj miofibrila, više aktina i miozina, više sarkoplazme te više vezivnog tkiva) i

2. akutna, prolazna hipertrofija (zbog povećanog protoka krvi mišić se kratkotrajno čini većim tj. debljim).

Za postizanje hipertrofije potrebni su:

1. Visoko intenzivni trening – mora biti takav da iscrpljuje glikogenske rezerve u mišićima kako bi se pojačano punili glikogenom te da narušava proteinsku strukturu mišićne mase.
2. Kvalitetan i potpun oporavak – jednako je važan kao i ono prethodno navedeno, a uključuje:
  - a) kvalitetnu prehranu koja omogućava punjenje iscrpljenih zaliha glikogena, ali i nadopunu proteina kao gradivni materijal mišića,
  - b) kvalitetan i potpun odmor zato što su odmor i san osnovni preduvjeti da organizam bude sposoban oporaviti mišićnu masu (jer kad je budan ima druge „prioritete“) i
  - c) fizioprofilaktička sredstva oporavka (prema mogućnostima). jer je stres vrlo velik.
3. Odgovarajuća hormonalna struktura – hormoni su glavni generator anabolizma mišićne mase i bez njih se mišićna masa neće sagraditi bez obzira na to koliko je hranili i odmarali. Ulaskom u pubertet hormoni dolaze „sami od sebe“ tj. iznutra.

### **1. 3. Trening snage**

Jednostavno rečeno, snaga (engl. power) predstavlja sposobnost svladavanja otpora velikom brzinom kontrakcije. U mehanici se snaga definira kao sposobnost obavljanja mehaničkog rada u jedinici vremena, što predstavlja intenzitet rada.

Snagu (P) možemo izraziti i na slijedeći način: sila (F) x brzina (v).

Iz jednadžbe je vidljivo kako mišićna snaga predstavlja umnožak proizvedene mišićne sile i brzine mišićne kontrakcije. Budući da su mišićna sila i brzina kontrakcije obrnuto proporcionalne, maksimalnu snagu mišić proizvodi pri točno određenom opterećenju. Isto vrijedi i za funkcionalne pokrete u kojima sudjeluje veći broj mišića.

### **1. 4. Snaga kao psihomotorička sposobnost**

**Snaga se može definirati kao psihomotorička sposobnost svladavanja otpora ili suprotstavljanje otporu naprezanjem mišića.**

Snaga se razvija i primjenjuje u različitim aktivnostima vježbanja i treninga, pa shodno tome, postoje i različite vrste (ili oblici) ispoljavanja snage. Mišićna sila, kao jedina unutrašnja sila kod čovjeka ispoljava se pod djelovanjem mišićne kontrakcije. Razlikujemo dva osnovna tipa mišićne kontrakcije: izometrijsku i izotoničku kontrakciju mišića.

Izometrijska kontrakcija mišića ili statički rad mišića: mišić se kontrahira, napreže (radi), a pripoji mu tijekom rada ostaju međusobno na istoj udaljenosti. Prilikom ovakvog mišićnog rada postoji veliki utrošak energije, otežan je promet materija i energije u mišić pa i zamor nastupa relativno brzo.

Izotonička kontrakcija mišića ili dinamički rad mišića: mišić se kontrahira (radeći skрати ili produlji) i pri tome mu se pripoji međusobno udaljavaju, odnosno približavaju. Mišić može izvršiti dinamički rad s pozitivnim ili negativnim efektom. Dinamički mišićni rad s pozitivnim efektom ili koncentrična kontrakcija mišića podrazumijeva kontrakciju mišića koji djeluje na način približavanja svojih pripoja, dok dinamički rad s negativnim efektom ili ekscentrična kontrakcija mišića podrazumijeva suprotstavljanje mišića vanjskoj sili koja vrši kretanje. Mišić u takvom radu djeluje na način udaljavavanja svojih pripoja.

Posljednjih godina, primjenom različitih metoda za prikupljanje podataka i multivarijantnih matematičko-statističkih metoda za njihovu obradu, kod većine autora (Hempel i Fleishman, 1955., Fleishman, 1964., Momirović i suradnici, 1959., 1960., 1970., Šturm, 1969., 1970., Kurelić i suradnici, 1975.) utvrđena je egzistencija nekoliko faktora snage, koji su po tipu akcije identificirani kao: eksplozivna snaga, repetitivna snaga i statička snaga.

Eksplozivna snaga je sposobnost apsolutne ekscitacije maksimalnog broja mišićnih (motoričkih) jedinica u jedinici vremena, u kretnji koja je određena potrebom za jednokratnim davanjem ubrzanja vlastitom tijelu ili vanjskom objektu, a to rezultira efikasnim svladavanjem prostorne udaljenosti (puta). Drugačije rečeno, eksplozivna snaga je sposobnost da se izvede skok, jaki udarac, uopće da se izvede brzi pokret koji je vremenski kratkotrajan i jak. Navedeni pojavni oblik snage ovisi prvenstveno o količini aktiviranih motoričkih jedinica. Eksplozivna snaga ima veliki koeficijent urođenosti, iznosi 80, dakle relativno malo je razvojna. Sazrijeva nešto ranije nego drugi oblici snage tako da joj krivulja razvoja dostiže maksimum nešto poslije dvadesete godine. Ona brzo i propada, a to se događa izuzetno brzo nakon tridesete godine života. Utjecaj na razvoj ove osobine moguć je ako se s razvojem započne između 5. – 7. djetetove godine. Ako se s radom na razvoju ove osobine započne kasnije, recimo između 15. – 16. godine, mogućnost da se ona popravi vrlo je mala.

Repetitivna snaga je sposobnost ponovljene ekscitacije mišićnih (motoričkih) jedinica. Određena je medijalnim i submaksimalnim opterećenjem te rezultira ponavljanjem određene kretnje. Drugačije rečeno, repetitivna snaga je sposobnost da se izvede što je moguće veći broj pokreta, obično stereotipnih, bez opterećenja ili s njim. Koeficijent ove

osobine je veoma mali i iznosi 50 te joj je mogućnost razvoja vrlo velika. Treningom se repetitivna snaga razvija relativno brzo, ali jednako tako strahovito brzo propada ukoliko se konstantno ne vježba. Svoj maksimum doseže oko tridesete godine, a opada tek poslije četrdesete godine.

Statička snaga je sposobnost održavanja ekscitacije mišićnih (motoričkih) jedinica, što u konačnici omogućava zadržavanje položaja koji je zauzet aktivacijom mišićnih (motoričkih) jedinica. Drugačije rečeno, statička snaga je sposobnost izdržaja nekog opterećenja ne mijenjajući pri tome položaj tijela ili položaj dijelova tijela, što praktično znači što dulje izdržati neku izometrijsku kontrakciju. Koeficijent urođenosti je veoma mali i iznosi 50 te je za zaključiti da se treningom može dosta popraviti. Razvoj joj je relativno spor, a maksimum svoje vrijednosti doseže oko trideset druge godine. Ova osobina je veoma važna, iako joj se u trenažnoj operaciji ne poklanja pažnja, vjerojatno iz neznanja.

Snaga se još može podijeliti i topološki, odnosno regionalno. Tako je snagu moguće podijeliti na: snagu ruku i ramenog pojasa, snagu trupa i snagu nogu i kukovlja. Svaki od navedenih oblika snage odgovoran je za pojedinu strukturu gibanja i zahtijevan na određenom nivou.

Vrlo je važno znati analizirati strukture pokreta pa iz toga zaključiti koliko čega treba u nekom sportu.

Svi faktori snage, bilo koje regije tijela, mogu se dodatno diferencirati u apsolutnom i relativnom obliku. Dakle, moguće je diferencirati primjerice apsolutnu repetitivnu snagu nogu, ali i relativnu repetitivnu snagu nogu. Ako se radi o potrebi manifestacije bilo kojeg oblika snage (bilo repetitivne, bilo statičke) tako što se svladava opterećenje nekog vanjskog objekta, tada govorimo o apsolutnoj komponenti snage. No ukoliko se snaga manifestira tako da je opterećenje izravno povezano s težinom vlastitog tijela (kao na primjer izvođenje zgibova), tada govorimo o relativnoj komponenti snage. Ljudi se u navedenim sposobnostima izuzetno razlikuju. Može se dogoditi da neka osoba ima izuzetno veliku apsolutnu snagu, ali mu relativna komponenta nije izraženo dobra. Ta se pojava najčešće događa kod osoba velike mase tijela, koja im u relativnim manifestacijama snage postaje ogroman teret.

## **1. 5. Razvoj snage**

Snaga se praktički razvija „oduvijek“, no razvija se stihijski i nesustavno. Poseban doprinos u razvoju metoda i sredstava imaju: olimpijsko dizanje utega, body building, atletika, powerlifting i sportska gimnastika. Sve metode, sredstva i sustavi treninga snage proizlaze iz navedenih sportova.

S obzirom na to da se pojedine sportske aktivnosti značajno razlikuju, kako po svojoj strukturi, tako po karakteru i intenzitetu kretanja, moraju se primjenjivati i različita sredstva, metode i opterećenja. Iz tih razloga, sredstva, metode i opterećenja moraju biti prilagođena

svojoj namjeri. Odabir, konstrukcija i klasifikacija sredstava za razvoj snage, kao što je poznato, vrši se prema strukturi, karakteru i intenzitetu kretne aktivnosti u pojedinim sportskim aktivnostima. Shodno tome, sredstva se mogu odabirati, konstruirati i klasificirati na: specifična sredstva, odnosno sredstva koja direktno utječu na rezultat u određenoj sportskoj aktivnosti i bazična sredstva, odnosno sredstva koja imaju indirektan utjecaj na sportski rezultat.

Pod sredstvima za razvoj snage koja direktno utječu na uspjeh u pojedinim sportskim aktivnostima podrazumijevaju se sredstva koja su po strukturi, karakteru i intenzitetu opterećenja veoma bliska aktivnostima koja se izvode na natjecanju, odnosno pokazuju najveću povezanost s postignutim sportskim učinkom; dok se pod sredstvima koja indirektno utječu na određeni sportski rezultat podrazumijevaju sredstva koja su usmjerena na razvoj bazične snage.

### **1. 5. 1. Podjela treninga snage prema obliku mišićne kontrakcije**

Specifikacija treninga snage temelji se na obliku kontrakcije mišića te se javlja prilikom treninga nekih dimenzija snage i sile. Prije upoznavanja s navedenom specifikacijom potrebno je definirati oblike kontrakcije muskulature i ponešto kazati o njima.

Generalno gledajući, postoje tri oblika kontrakcije mišića i to:

1. Izometrijska kontrakcija – u kojoj mišić zadržava duljinu prilikom obavljanja rada, ali se povećava tonus (napetost mišića). Ova se kontrakcija naziva i statičkom ili izocentričnom („stalno-centričnom“). Karakteristična je za izvođenje vježbi u kojima je otpor koji se svladava identičan sili koja se u tom trenutku proizvodi u mišiću. Zaključujemo kako nema pomaka kao primjerice kod „izdržaja u visu zgibom“. Ova vrsta kontrakcijenajčešće se koristi prilikom treninga statičke snage.
2. Izotonička kontrakcija – u kojoj mišić zadržava napetost prilikom obavljanja rada, ali se mijenja duljina (metrika) mišića i to tako da se naizmjenično mišić skraćuje (kod kontrakcije) i izduljuje (kod popuštajućeg rada). Ova se kontrakcija naziva i dinamičkom ili koncentričnom („prema-centru“). Karakteristična je za vježbe svladavanja otpora koji je manji od sile proizvedene u mišiću. Tijekom izvođenja vježbe dolazi do naizmjeničnog skraćivanja i produljivanja mišića kao primjerice u zgibovima. Ova kontrakcija koristi se prilikom treninga repetitivne snage, ali i maksimalne snage (ovisno o opterećenju na vježbi koja se izvodi).
3. Ekscentrična kontrakcija – u kojoj mišić ne uspijeva svladati silu kojoj se suprostavlja pa, premda mišić biva maksimalno napet, dolazi do njegovog istezanja. Primjer vježbe u kojoj se javlja ekscentrična kontrakcija je „skok u dubinu“, jer je sila koju mišić treba svladati realno veća od sile koju mišić može proizvesti pa dolazi do blagog propadanja u koljenima. Ova kontrakcija karakteristična je za vježbe prilikom kojih se ciljano djeluje na razvoj eksplozivne snage i dinamometrijske sile.

### 1. 5. 2. Podjela treninga snage prema veličini opterećenja

Treći način specifikacije metoda za razvoj snage povezan je s veličinom opterećenja koje se koristi u treningu. U toj specifikaciji, metode treninga razlikuju se prema intenzitetu opterećenja. Kako bismo ovu specifikaciju objasnili, potrebno je prvo pojasniti što uopće predstavlja intenzitet opterećenja u treningu snage. U treningu snage intenzitet opterećenja zapravo je vezan za težinu utega (opterećenja) s kojim se radi u pojedinoj vježbi. To znači, ukoliko se primjerice radi vježba bench press i koristi se težina koju vježbač može podići u jednom (samo jednom) ponavljanju, radi se s maksimalnom težinom. Zbog lakšeg objašnjavanja i razumijevanja, ov će težinu biti nazvanai 1RM (što znači 1 repetitium maximum – 1 maksimalno ponavljanje) i ona će u ovom primjeru iznositi 100 kg.

Metode treninga snage po ovoj specifikaciji izgledaju ovako:

1. Metoda medijalnog opterećenja – primjenjuju se opterećenja od 50 do 70% 1RM (50 – 70% maksimalne težine za svaku pojedinu vježbu koja se u treningu koristi). U primjeru bench pressa znači da će vježbač primjenjujući ovu metodu raditi bench press s 50 do 70 kg opterećenja. Metoda je pogodna za razvoj repetitivne snage, a ako se pokret izvodi izraženo brzo, ostvaruju se i promjene u eksplozivnoj snazi.
2. Metoda submaksimalnih opterećenja – primjenjuju se opterećenja od 70 do 90% 1RM (70 – 90% maksimalne težine za svaku pojedinu vježbu koja se u treningu koristi). U navedenom primjeru to znači da će vježbač primjenjujući ovu metodu vježbati bench press s 70 – 90 kg opterećenja. Metoda je prvenstveno namijenjena razvoju repetitivne snage, ali se pozitivne promjene mogu očekivati i u maksimalnoj snazi.
3. Metoda maksimalnih opterećenja – primjenjuju se opterećenja od 90 do 100% 1RM (90 – 100% maksimalne težine za svaku pojedinu vježbu koja se u treningu koristi). Za navedeni primjer, vježbač radi s 90 – 100 kg opterećenja u bench pressu. Metoda je namijenjena isključivo dobro treniranim vježbačima i izuzetno je pogodna za razvoj maksimalne snage, a pozitivni transformacijski efekti ostvaruju se i u području eksplozivne snage i sile (koja je visoko korelirana s maksimalnom snagom).
4. Metoda supramaksimalnih opterećenja – primjenjuju se opterećenja od 110 do 120% 1RM (110 – 120% maksimalne težine za svaku pojedinu vježbu koja se u treningu koristi). U navedenom primjeru to znači da će vježbač raditi bench press s 110 – 120 kg.

Logično je pitanje kako je navedeno moguće s obzirom na to da je vježbačev maksimum u toj vježbi podići 100 kg? Odgovor je da je ovaj rad zapravo karakteriziran ekscentričnom kontrakcijom, tj. vježbaču netko pomogne podići uteg, a onda se on maksimalno trudi uteg zadržati ili, bolje rečeno, spriječiti u propadanju, popuštajući polako uteg prema sebi (naravno uz asistenciju). Ovo je vrlo opasna metoda koja je primjerena samo iznimno treniranim osobama, ali je izuzetno korisna u treningu eksplozivne snage jer se ovom metodom izravno djeluje na unapređenje dinamometrijske sile.



## **2. Vrste treninga snage**

### **2. 1. Tradicionalne metode razvoja snage**

U sljedećem se poglavlju objašnjavaju tri osnovna modela za razvoj snage koja se mogu staviti pod zajedničko ime tzv. tradicionalnog treninga snage. Tri osnovna modela koja čine tradicionalan trening snage su: bodybuilding model, powerlifting model i olimpijsko dizanje utega. Nadalje će biti objašnjene osnovne karakteristike navedenih modela, kao i njihove prednosti i nedostatci.

#### **2. 1. 1. Bodybuilding metoda**

##### **2. 1. 1. 1. Karakteristike bodybuilding tehnike**

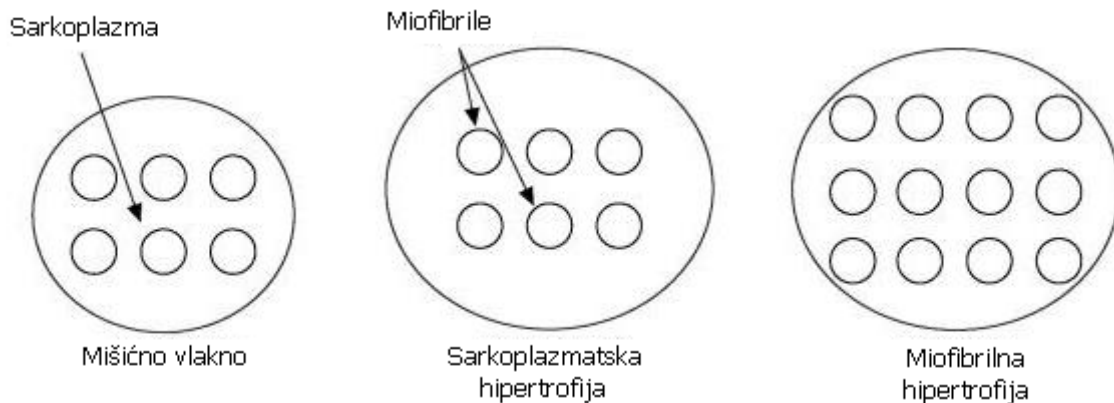
Bodybuilding tehnika razvoja snage ima naglasak na izoliranom treniranju mišića. Manji je akcent na integraciji kinetičkog lanca. Takav trening usmjeren je na proizvodnju sile, izoliranosti zgloba tijekom vježbanja i izvođenja vježbi u jednoj ravnini. Također se stvara kontrolirano okruženje vježbajući na vanjskim stabilizatorima kao što su razne stolice, klupe, mašine i sl.

Cilj bodybuilding treninga je mišićna hipertrofija. Pravilno treniranje s vanjskim opterećenjem stvara mikropucanja vlakana mišića koja se nazivaju mikrotraumama. Upravo one doprinose osjećaju upale nakon treninga, a obično traju jedan do dva dana. Pravilnom prehranom i odmorom dolazi do superkompenzacija kod koje se zamjenjuje oštećeno i dodaje novo mišićno tkivo. To je obrambeni mehanizam tijela od stresa prouzrokovanog specifičnim treningom s vanjskim opterećenjem. Dakle, uočljivo je da je progresivno trenažno opterećenje osnova za kontinuiran napredak.

Postoje dvije vrste hipertrofije:

- sarkoplazmatska (volumen sarkoplazmatske tekućine povećava se u mišićnoj stanici, pridonosi povećanju volumena mišića, a ne doprinosi povećanju snage) i
- miofibrilna (povećava se broj kontraktilnih proteina aktina i miozina, pridonosi povećanju volumena mišića i povećanju snage).

Iako se rijetko pojavljuju potpuno odvojene, sarkoplazmatska hipertrofija karakteristična je za bodybuilding, dok je miofibrilna hipertrofija karakteristična za olimpijsko dizanje utega.



Slika 1. Vrste mišićne hipertrofije

### 2. 1. 1. 2. Prednosti bodybuilding tehnike

Bodybuilding tehnika ima svoje prednosti u prvom redu kod početnika, rekreativaca i rekovalescenata. Sigurnost, lakoća korištenja i dostupnost definitivno su prednosti ove tehnike, prvenstveno za vježbače početnike. Početnik može ostvariti mišićnu hipertrofiju i progresivno povećati snagu s vježbi na mašinama prema vježbama sa slobodnim utezima. Također se vježbom stimulira centralni živčani sustav što rezultira stvaranjem osnovne voljne mišićne kontrakcije kod početnika, a koja je osnova za složenije kretnje.

Znanstveno je dokazano da snaga netreniranjem opada za 1.5% do 3.5% na dan. Iz toga razloga rekovalescenti, koji su imali pauzu u treningu zbog ozljede, mogu u svoju rehabilitaciju uvesti i vježbe bodybuilding tehnike kako bi jačali mišićnu masu i spriječili daljnju atrofiju ili jačali mišiće koji učvršćuju ozljeđene zglobove.

### 2. 1. 1. 3. Nedostatci bodybuilding tehnike

Nedostatak bodybuilding tehnike je činjenica da većina vježbi nije funkcionalna. Razlog tome je što se trenira mišić, a ne kretnja, odnosno većina se vježbi izvodi izolirano te se pokret vrši samo u jednom zglobu i u jednoj ravnini. Stabilizacijski su mišići tijela najčešće izostavljeni u vježbanju jer se često koriste klupe i mašine kao vanjski stabilizatori. Mnogo puta se izvode bilateralne vježbe, dok su unilateralne i kontralateralne vježbe zapostavljene.

Iako bodybuilding tehnika u profesionalnom sportu ima više nedostataka, nego prednosti, nipošto je ne treba sasvim izbaciti iz uporabe jer ako sportaš ima potrebu za dobivanjem veće kilaže (mišićne mase), može integrirati bodybuilding programe u svoj plan i program treniranja te tako postići željenu hipertrofiju.



Slika 2. Osmerostruki pobjednici Mr. Olympia-e (Lee Haney, 1984. – 1991., Ronnie Coleman, 1998. – 2005.)

## **2. 1. 2. Powerlifting metoda**

### **2. 1. 2. 1. Karakteristike powerlifting metode**

Powerlifting je sport koji uključuje tri osnovne dizačke vježbe: čučanj, bench press i mrtvo dizanje. Pobjednik u svakoj težinskoj klasi je onaj s najvećom podignutom težinom za čije podizanje ima 3 pokušaja. Sve tri vježbe izvode se u sagitalnoj ravnini, uključuju više od jedne mišićne skupine i izvode se u mnogo zglobova. Glavna razlika između vježbi je u tome što prilikom izvođenja čučnja i bench pressa ekscentrična kontrakcija prethodi koncentričnoj kontrakciji, dok se kod izvedbe mrtvog dizanja uteg podiže s tla i započinje koncentričnom kontrakcijom. Ekscentrična kontrakcija zbiva se tek u fazi spuštanja utega. Podizanja su relativno spora. Razlog leži u činjenici da je proizvodnja sile vrlo visoka (potrebna da se podigne maksimalna težina), dok je brzina niska.

Osnovni je cilj powerlifting treninga povećanje maksimalne odnosno apsolutne snage. Brza glikolitička vlakna (tip IIb) treniraju se koristeći maksimalna i submaksimalna opterećenja s malim brojem ponavljanja u rasponu od 1 do najviše 5 ponavljanja. Uz naglasak treninga na tri osnovne vježbe, trening se sastoji i od pomoćnih vježbi kojima se razvija snaga specifičnih djelova tijela.

Razvojem powerliftinga, razvijao se i specifičan trening, stoga se nerijetko mogu vidjeti powerlifting vježbači da izvode razne modifikacije osnovnih i nekih pomoćnih vježbi. Najčešće je cilj takvih modificiranih vježbi treniranje specifičnih opsega kretnji, odnosno cijeli opseg kretnje podijeli se u nekoliko faza kretnje i svaka faza kretnjeodvojeno se trenira.

## 2. 1. 2. 2. Prednosti powerlifting metode

Prednost powerlifting treninga nalazi se u pristupu treniranja s maksimalnim opterećenjima. Osnovne tri vježbe često se mogu pronaći u kondicijskim programima za razvoj snage sportaša. Modifikacije tih vježbi, čije je stvaranje većinom zasluga powerlifting vježbača, također efikasno pridonose razvoju maksimalne snage. Vježbe čine zatvoreni kinetički lanac što pridonosi difuziji u zglobovima i time opskrbljuje zglobna tijela potrebnim nutrijentima.

## 2. 1. 2. 3. Nedostatci powerlifting metode

Powerlifting tehnike izvode se u sagitalnoj ravnini, osnovne vježbe su bilateralne i zbog toga je upitna njihova funkcionalnost u pojedinim sportovima. Također većina bi sportaša imala veće koristi od kretnji koje proizvode veliku brzinu, što kod powerlifting tehnike izvođenja vježbi nije slučaj. Potrebna je poprilična razina tehnike izvođenja jer u protivnom može doći do ozljeđivanja sportaša.

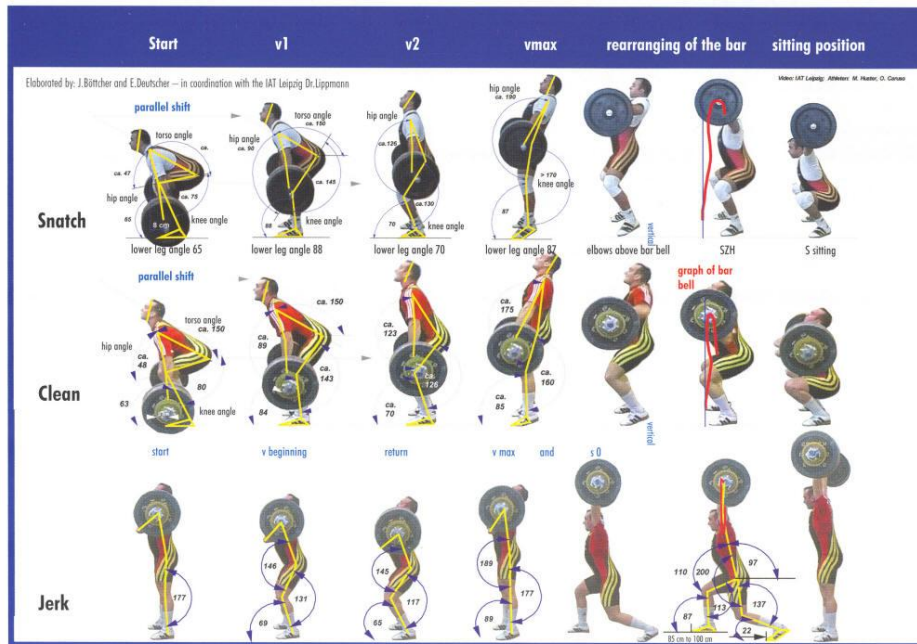


Slike 3., 4. i 5.

## 2. 1. 3. Olimpijsko dizanje utega

## 2. 1. 3. 1. Karakteristike olimpijskog dizanja utega

Olimpijsko dizanje utega je sport u kojemu natjecatelj ima zadatak podići što veću težinu utega montiranih na šipki izvedbom koju čini kombinacija mentalne i fizičke snage, fleksibilnosti, ravnoteže, discipline i tehnike. Sastoji se od dvije osnovne discipline, trzaja (engl. snatch) te nabačaja i izbačaja (engl. clean and jerk).



Slika 6. Tehnike izvođenja osnovnih disciplina (Böttcher, Deutscher, 2004.)

Olimpijskim dizanjem utega utječe se na razvoj maksimalne, eksplozivne i elastične snage, brzine, unutarumišićne i međumišićne koordinacije, dinamičke fleksibilnosti, pravovremenosti (engl. timing), ravnoteže itd. Sve dizačke tehnike spadaju u višezglobne vježbe i uključuju preko 50% aktivne muskulature tijela u svakom pokretu, a u pojedinim fazama izvođenja vježbe ispoljena sila iznosi i dvostruko veću silu od težine utega ispoljenu u desetinki sekunde. Tehnike klasičnog dizanja utega najkompleksnije su vježbe koje se izvode s vanjskim opterećenjem.

## 2. 1. 3. 2. Prednosti olimpijskog dizanja utega

Olimpijsko dizanje utega vrlo je učinkovita trenažna tehnika za sportove koji zahtijevaju eksplozivno ispoljavanje sile. Primjenjive su klasične i modificirane dizačke tehnike kojima je primarni cilj razvoj maksimalne snage i eksplozivne snage sportaša, ali i

razvoj ostalih sposobnosti kao što su unutarmišićna i međumišićna koordinacija, brzina, fleksibilnost, ravnoteža itd.

Primjena dizačkih vježbi kroz duži vremenski period jača koštano-zglobni i mišićno-tetivni sustav te na taj način smanjuje mogućnost ozljeđivanja. Primjenom navedenih vježbi utječe se na razvoj mišića stabilizatora, proprioceptora te na razvoj dinamičke fleksibilnosti čime se direktno utječe na prevenciju ozljeda.

Zbog svojih karakteristika i kompleksiteta, dizačke vježbe osiguravaju utjecaj gotovo na cijelo tijelo, kao i na razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti. Stoga, ako se tehnika dizanja pravilno nauči, ona uvelike olakšava planiranje i programiranje treninga jer omogućava bolje iskorištavanje vremena predviđenog za treniranje.

Za izvođenje olimpijskog dizanja utega nije potreban prevelik prostor. S olimpijskom šipkom, setom utega i stalcima, mogu se izvoditi vježbe koje će zadovoljiti sve poglede planiranog treninga bez potrebe za raznim mašinama, trenažerima i ostalim trenažnim pomagalicama.

### **2. 1. 3. 3. Nedostatci olimpijskog dizanja utega**

Kretnje u olimpijskom dizanju utega proizvode vrlo velike sile u sagitalnoj ravnini, ali u njima nema rotacijsko-dijagonalne komponente kretnji koja je prisutna u većini sportova i zbog toga se dovodi u pitanje njihova funkcionalnost. Dizači utega ne trebaju trenirati ništa drugo osim dizanja utega. Fokusirani su uglavnom samo na stjecanje što je moguće više snage u dva dizanja (trzaj, nabačaj i izbačaj) kako bi bili uspješni u svom sportu. Slijepo kopiranje obrazaca i intenziteta kojim treniraju dizači utega može imati negativnih posljedica u pripremi sportaša, a među kojima je najistaknutija pretreniranost.

Visoka se produkcija sile najbolje očituje u sportskim aktivnostima kao što su bacanje kugle, izbačaj baseball loptice ili izbačaj lopte pri šutu u rukometu. Zajednička je karakteristika svim tim aktivnostima da rekvizit (kugla ili lopta) progresivno ubrzava kroz kretnju do trenutka njegova ispuštanja. Ukoliko se za postizanje visoke produkcije sile primijeni trening dizanja utega, nailazi se na jedan bitan ograničavajući faktor, a to je prekid progresivnog ubrzanja koji proizlazi iz činjenice da se uteg na samom kraju koncentričnog dijela kretnje mora zaustaviti. Istraživanja su pokazala da pri maksimalnim dizanjima od 23% pa do više pokreta otpada na usporavanje i zaustavljanje utega. Pri dizanjima od oko 80%/1RM, faza usporavanja iznosi čak 52% koncentričnog dijela pokreta. To čini jedan od većih ograničavajućih faktora treninga dizanja utega za razvoj maksimalne jakosti.

Za razvoj eksplozivne snage situacija je slična. Metoda brzog dizanja laganih težina na prvi pogled izgleda kao rješenje budući da se čini kao da se uteg kreće brzo, no čak ni taj

pristup ne rješava problem zato što uteg ubrzava samo kratko vrijeme u prvom dijelu pokreta, a u ostatku dizanja proizvodi se vrlo mala sila jer se uteg kreće uvis pod vlastitom inercijom, a daljnji rad usmjeren je na usporavanje i zaustavljanje utega na kraju pokreta.

U većini sportova, kao i u svakodnevnim životnim aktivnostima, velika većina pokreta odvija se unilateralno, odnosno rijetkost su pokreti u kojima obje noge zajedno primjenjuju silu u isto vrijeme te se stoga dizanje utega koje se odvija u uvjetima kada je opterećenje raspoređeno na obje noge podjednako, smatra nedovoljno funkcionalnim u razvoju sportsko-specifične snage.

Nadalje, dizačke vježbe zahtijevaju visoku razinu tehničke izvedbe i stalni nadzor kako bi njihova provedba bila sigurna. Nepravilna je tehnika glavni uzrok ozljeda sportaša na treningu s opterećenjem. Najugroženiji je lumbalni dio leđa, a zatim koljena te rameni zglobovi. Upravo zbog svoje specifičnosti, nužno je posvetiti mnogo vremena učenju i usavršavanju klasičnih i pomoćnih dizačkih tehnika.

U današnjim uvjetima, u sportu koji zahtijeva brze rezultate upitno je koliko vremena kondicijski treneri mogu posvetiti radu sa sportašima za svladavanje tehnike izvođenja olimpijskog dizanja utega. Idealno je rješenje započeti s učenjem tehnike u mlađim dobnim kategorijama, no realno gledajući i to je teško ostvarivo.

## **2. 2. Funkcionalni trening snage**

Revolucija funkcionalnog treninga u svjetskoj fitness industriji započela je prije mnogo godina, dok se kod nas tek postepeno uvodi u trenažni proces zajedno s povećanjem educiranih trenera. Svjetski trend, koji je pokrenut u SAD-u, nastao je zapravo kao potreba. Sve više pretilih osoba, sve manje kretanja i slični problemi potaknuli su fitness stručnjake da se zapravo vrate korijenima.

Ljudsko tijelo nije konstruirano da „bulji“ u monitor i sjedi u naslonjaču cijeli dan. Ono mora hodati, trčati, penjati se, skakati, gurati, povlačiti, visjeti, saginjati se itd. Sve ove pokrete i aktivnosti neki ljudi pokušavaju zamijeniti vježbanjem u fitnessu. Tradicionalne fitness sprave i vježbe dizajnirane su tako da izoliraju određene mišiće na način da se koriste pokreti u određenoj vježbi koji su „neupotrebljivi“, odnosno razvijase mišićna skupina koja je upotrebljiva samo u teretani. Za razliku od tradicionalnog treninga, kojim se pogađa najčešće samo jedna mišićna skupina, funkcionalnim se treningom djeluje na više mišića i zglobova odjednom. To je zapravo glavna razlika između tradicionalnog i funkcionalnog treninga. Kod funkcionalnog se treninga snage koriste pokreti koji su srodni pokretima iz svakodnevnog života ili, ako se radi o sportu, koriste se pokreti kojima se imitiraju pokreti iz samog sporta. Naravno, svi se takvi pokreti u funkcionalnom treningu izvode u otežanim uvjetima. Na ovaj se način razvija „iskoristiva snaga“ tj. snaga koja se može iskoristiti u svakodnevnim aktivnostima ili u sportu kojim se bavimo.

Vježbe s najvećim efektom transfera su one koje esencijalno oponašaju samu aktivnost u svim njenim komponentama, a takav se efekt dobiva samo funkcionalnim treningom. Treneri koji provode funkcionalne metode koriste trake, gume, lopte, medicinke, slobodne utege, pliometrijske vježbe, balans ploče te razne rekvizite i pomagala, a sve u svrhu stavljanja tijela u neravnotežni položaj.

Tijelo je integrirano stotinama mišića koji rade zajedno da bi izveli neke kretnje, a funkcionalni je trening dizajniran tako da oponaša te kretnje koje se svakodnevno koriste (primjerice od pomicanja pokućstva do bacanja kugle u kuglani). Pomoću takvog se treninga trenira pokret, a ne sami mišić pa se time razvija snaga, izdržljivost, fleksibilnost, koordinacija, ravnoteža, agilnost i brzina koja je potrebna baš u takvom obliku u kojem je treniramo.

Funkcionalni trening (FT) je trening vođen sa svrhom odnosno svjesni trening. Može se početi razmišljati o funkcionalnom treningu ili funkcionalnom fitnessu kao metodologiji i obliku gibanja za izražavanje individualnih i integriranih stereotipa gibanja. Takvi stereotipi gibanja pripremaju osobu za razne oblike općeg zahtjeva gibanja ili aktivnosti. Zapravo je funkcionalni trening cilj, samo izvođenje i rezultat ciljanog treninga (Hinds, 2001.).

Funkcionalni trening ne treba biti specifičan za svaki sport i cilj FT-a nije da se pokreti i kretnje specifične za sami sport upotrebljavaju u kreiranju FT-a, kao što su bacanja u



baseballu i košarci, udarci u tenisu i sl. Umjesto toga fokus je na treniranju generalnih stereotipa kretnji koji imaju svrhu te su povezani raznim kretnjama i gibanjima s kojima se susrećemo u sportskim aktivnostima ili u stvarnom životu. Metodologija FT-a analizira istovjetnost pokreta, uzimajući u obzir zahtjeve energetske sistema za danu aktivnost na sofisticiranijoj razini treninga te trenira generalne stereotipe gibanja, koristeći aktivnosti koje uključuju interakciju svijesti, mišića i energetske sustava koji se koriste kad je tijelo u pokretu. FT obuhvaća napredni pristup koji uključuje cijelo tijelo. FT se pomiče iz izolacije, odnosno iz jednozglobnih treninga na multizglobne integrirane kretnje koji zahtijevaju da sve mišićne grupe rade zajedno. FT je proces koji svjesno uključuje izazove stabilnosti, kontrolu nestabilnosti i proprioceptivne treninge u tri ključne komponente treninga. Programi FT-a koji uključuju ove aspekte treninga neopozivo uče sudionike kako upravljati vlastitom težinom i uspostaviti centar ravnoteže, stabilnosti i balansa u trenucima kada bude izgubljena optimalna pozicija. Takvi su rezultati kritični kad su visoko specifični, efikasni i sigurni pokreti poželjni kao rezultat treninga (Cunningham, 2000.).

U osnovi FT predstavlja sposobnost tijela i uma da zajedno rade, povezuju pokrete i surađuju u simultanoj stabilizaciji ostalih kretnji. Konačni su rezultat ove sinergije i integracije specifične, sigurne i efikasne kretnje.

Danas fitness eksperti preporučavaju funkcionalni trening snage kao najbolji način popravljanja mišićne koordinacije, snage i izdržljivosti. Funkcionalni trening popraviti će mišićni balans, stabilnost zglobova i pripremiti tijelo za svakodnevne aktivnosti i obveze.

Jedni od svjetski poznatih fitness autoriteta potpuno negiraju estetske ciljeve vježbi, već samo uvažavaju njihovu primjenjivost u stvaranju funkcionalne cjeline, tj. zdravog i upotrebljivog tijela.

Izolirajuće sprave u teretani nisu stvar prošlosti. Dapače, zbog svoje jednostavne primjene i efikasnosti, naći će se u programu svakog fitness entuzijasta, no znanost tjelesnog vježbanja napredovala je i postavljaju se nova pravila za fitness centre budućnosti. Danas dobro osmišljeni i sastavljeni rekreativni programi uvažavaju tijelo kao cjelinu. Kinetički se lanac ne može izgraditi samo izolirajućim vježbama, već holističkim, integriranim pristupom vježbanju. Tome u prilog govori uzrečica: „Cjelina je više nego zbroj svih njezinih dijelova”.

Osvrćući se na etimologiju riječi funkcionalno, mogla bi se definirati kao sposobnost funkcioniranja tj. provođenja neke funkcije koja služi svrsi, a za koju je namijenjeno da prijeđe u djelo. Kako i zašto je to tako nadalje će se objasniti. Osnovna je karakteristika funkcionalnih metoda razvoj snage bez značajnijeg povećanja mišićne mase. Promjene se događaju na „neuralnoj“ razini preko poboljšanja intra-muskularne i inter-muskularne koordinacije. Trening za snagu i/ili trening za povećanje mišićne mase nisu isto što i trening sposobnosti nekog dijela tijela da obavi svoju funkciju. Iako ljudske kretnje izgledaju jednostavno, radi se o kompleksu sustava koji tim pokretima upravlja. Tri su glavna tjelesna sustava: živčani, mišićni i skeletni sustav. Mozak šalje signale mišiću da se kontrahira, a kontrakcijom mišić pokreće kosti u zglobovima. Zajednički se rad ova tri sustava zove „kinetički lanac“(Chek, 2001.).

Principi funkcionalnog treninga snage temelje se na definiciji kako je tijelo građeno i kako je dizajnirano za svakodnevne aktivnosti. Ljudsko je tijelo dizajnirano da se kreće, lovi i skuplja hranu, izbjegava i bježi od neprijatelja. Svakako, zbog napretka društva, nitko ne ide u lov da bi se prehranio ili preživio te nitko nema potrebu spašavati svoj život bježeći pred nekom životinjom, no, bez obzira na to, tijelo i funkcije tijela konstruirani su puno prije automobila, računala te udobnih naslonjača. Naravno svi se navedeni pokreti u funkcionalnom treningu izvode u otežanim uvjetima. Na ovaj se način razvija „iskoristiva snaga“ tj. snaga koja se može iskoristiti u svakodnevnim aktivnostima ili u sportu kojim se bavimo. Primjerice fitness sprava za fleksiju i ekstenziju potkoljenice izolira određene mišiće, ali taj pokret nigdje u svakodnevnom životu nije upotrebljiv, dok npr. za vježbe čučnja ili mrtvog vučenja možemo reći da oponašaju pokrete ustajanja sa sjedalice i pokrete podizanja vreće s tla.

Iz prethodnog se teksta može zaključiti da je bitna razlika u odnosu na ostale treninge, a ujedno i prednost funkcionalnog treninga snage održavanje fine kinestetike pokreta, zadržavanje pravilnog držanja i neuromuskularne inteligencije te sve to uz estetske ciljeve koji se žele postići (masa, definicija i simetrija). Osim toga, funkcionalne metode imaju puno veći efekt transfera snage na ljudsku aktivnost (svakodnevni život ili sport).

Vježbe s najvećim efektom transfera su one koje esencijalno oponašaju samu aktivnost u svim njenim komponentama, a takav se efekt dobiva samo funkcionalnim treningom. Treneri koji provode funkcionalne metode koriste trake, gume, lopte, medicinke, slobodne utege, pliometrijske vježbe, balans ploče te razne rekvizite i pomagala, a sve u svrhu stavljanja tijela u neravnotežni položaj. To je jedan od važnih principa na kojem je baziran funkcionalni trening snage. Integracija više mišićnih grupa dok cijelo tijelo vježba, smatra se puno boljim od izoliranja individualnog mišića jer povećava stabilnost zglobova, a pogotovo ako se radi na nekoj od balans ploča jer vježbač svaki put kad pokušava uspostaviti ravnotežni položaj aktivira mišiće u zdjelici, kukovima, leđima i trbuhu. Zbog veće aktivacije muskulature, troši se više kalorija pa se tako funkcionalni trening može primjenjivati i kao dodatak programu za gubitak tjelesne težine.

Naravno, ne treba sve uzimati „zdravo za gotovo“ jer tradicionalne metode i sprave u fitnessu imaju svoje i negativne i pozitivne strane. Prosječna bi osoba trebala trenirati funkcionalnim načinom jer takve metode imaju visoki prijenos odnosno efekt transfera na njihove svakodnevne aktivnosti, za razliku od tradicionalnog koji to nema u tolikoj mjeri. Već je istaknuto da funkcionalne metode nemaju značajan utjecaj na povećanje mišićne mase, stoga ako je nečiji cilj povećati mišićnu masu, funkcionalni trening snage bi trebao „sjesti na stražnje sjedalo“. Ako je nečiji cilj pak simetrija tijela, pravilno držanje, vraćanje stabilnosti zglobu nakon ozljede, onda funkcionalni trening ima veći efekt od tradicionalnog treninga snage. Naravno, ni u jednom slučaju se ne bi trebalo zanemariti ijednu od ovih vrsta treninga.

Funkcionalnim se treningom trenira pokret, a ne sam mišić te se time razvija snaga, izdržljivost, fleksibilnost, koordinacija, ravnoteža, agilnost i brzina koja je potrebna baš u takvom obliku u kojem je treniramo.

Primjerice surfer provodi cijelu svoju aktivnost stojeći na nestabilnoj podlozi (dasci) i mora koristiti reflekse da bi se održao u ravnotežnom položaju te ostao na dasci. Takvi su refleksi kontrolirani u živčanom sustavu. Dok stoji na dasci (nestabilnoj podlozi), proprioreceptorni senzori iz tijela šalju informacije mozgu, govoreći „past ćemo“, a zatim, mozak šalje signal kinetičkom lancu, govoreći mu koje mišiće treba kontrahirati da bi tijelo održalo ravnotežu. Ovaj se proces odvija podsvjesno, no tijelo uči iz svog iskustva, tako da živčani sustav postane sposoban planirati kontrakciju prije akcije.

Primjerice defensive back u američkom nogometu mora biti sposoban mijenjati smjer kretanja ekstremno brzo na travi. Ukoliko nije sposoban održavati tijelo u ravnoteži pri tome, neće dugo igrati za tu ekipu. Mnogo puta tijekom utakmice defensive back mora mijenjati smjer te način kretanja i to što je brže moguće.

Tijekom treninga surfer i defensive back će izvoditi pokrete koji imaju veliki prijenos na njihov sport. Surfer će izvoditi pokrete u gornjem dijelu tijela na nekoj od nestabilnih podloga npr. balans ploči, dok će igrač američkog nogometa izvoditi „drill“ promjena smjera kretanja. Navedene su vježbe funkcionalne jer oponašaju perspektivu njihovog sporta. Već je zaključeno da je u svim sportskim aktivnostima ravnoteža veoma bitna, a mišići koji najviše pomažu pri njenom održavanju nalaze se u regiji trbuha, zdjelice, donjeg dijela leđa, kukova i ramena. Ti su mišići zaduženi za stabilizaciju tijela tijekom perifernih pokreta i vrlo su bitni za proizvodnju snage drugih mišića, popravljanje performansi te sprječavanje rizika od ozljeda. Jačanje tih točaka zadaća je funkcionalnog treninga snage.

Funkcionalni trening je trening integriranih višesmjernih kretnji koje uključuju zglobno ubrzanje, stabilizaciju i usporavanje s ciljem poboljšanja sposobnosti kretanja, snage cora i neuromuskularne učinkovitosti (Bryant, 1999.).

Pojednostavljeno rečeno, to su kretnje ili vježbe koje poboljšavaju sposobnost izvršavanja svakodnevnih aktivnosti s velikom efikasnošću i učinkovitošću.

Tradicionalni je trening više fokusiran na bodybuilding tehnike, dok je manji naglasak na integraciji kinetičkog lanca. Tradicionalno treniranje usmjereno je na proizvodnju sile, izoliranost zgloba tijekom vježbanja i izvođenje vježbe u jednoj ravnini. Također, često se koriste vanjski stabilizatori kao što su stolice, klupe i sl.

Ako je funkcionalni trening dobro programiran, on pomaže motoričkom učenju, neuromuskularnoj adaptaciji, stabilizaciji cora i zglobnoj cjelovitosti. Uključuje statičke posture i vrjednovanje kinetičkog lanca, a pravilno programiranje čini okosnicu za efektivni trening s opterećenjem.

Funkcionalni je trening fokusiran na redukciju sile odnosno usporavanje među zglobovima. Također, prevladavaju višezglobne vježbe u mnogo ravnina. Stabilizatori tijela su stalno aktivni. Stabilizacija je sposobnost zglobnih agonista i antagonista da se kontrahiraju i održavaju potporu ili nepomicanje zglobne pozicije tijekom kretnji. Postizanje ove pozicije naziva se BALANS. Ovakav način vježbanja uključuje vještine povezane sa samim sportom, živčane impulse i dinamičke kretnje istovremeno te elemente kreativnosti i zabave. Mnogo svakodnevnih aktivnosti uključuje višezglobne, višeravninske dinamičke obrasce koji zahtijevaju prijenos sile između ekstremiteta. Uspjeh prvenstveno zavisi o sinergijskoj

funkciji neuromuskularne povezanosti s corom, zahtjevnom treningu balansa, proprioceptije i kontrole sile odnosno snage. Slaba muskulatura cora dovest će do potencijalnih problema u donjem dijelu leđa poglavito kod dinamičkih odnosno balističkih sila. Naprotiv, snažna i jaka muskulatura cora može poboljšati kretnu učinkovitost, mišićni balans i koordinaciju (mišićnu), snagu i kontrolu trupa te povećati snagu i fleksibilnost čitavog lumbalnog dijela, zdjelice i sakroilijakalnog zgloba. Također, jačanjem se muskulature cora smanjuje gubitak energije i povećava transfer sila iz gornjeg u donji dio tijela. Mnogo trenera griješi upotrebljavajući trening stabilizacije i jačanja cora nakon što su već prošli više stupnjeva treninga s opterećenjem. To bi oprimjereno izgledalo kao da pojačavamo temelje zgrade tek nakon što smo napravili nekoliko katova. Stoga se naglašava da su vježbe posture odnosno bazične vježbe pravilnog držanja tijela, istezanja i vježbe stabilizacije cora neizostavna komponenta svakog početnog programa snage.

Cilj funkcionalnog treninga nije razvoj estetski lijepih mišića, već je cilj pomoći sportašu u njegovim svakodnevnim aktivnostima. Funkcionalni je trening snage postao popularan u fitnes industriji, no nažalost ujedno tako je postao ipojam široke interpretacije. Ekstremisti smatraju da oponašajući eksplozivne balističke aktivnosti vrhunskih sportaša treniraju po funkcionalnim principima treninga. Takav program treninga nadmašuje fiziološke kapacitete prosječnog vježbača, što u konačnici povećava mogućnost nastanka ozljeda. Svi će se složiti da nema ničeg funkcionalnog u očekivanju ozljede zbog nepravilnog treninga. Funkcionalni bi se trening snage trebao razmatrati u uvjetima kontinuiranog kretanja te je potrebno je naglasiti kvalitetu vježbanja u odnosu na kvantitetu.

Izvođenje vježbi na tradicionalnim mašinama je na samom dnu funkcionalnog trenažnog kontinuiteta jer one izoliraju mišiće u stabilnom i kontroliranom okruženju. Upravo takav trening nije najbolji način povezivanja vježbi sa stvarnim potrebama u sportu. No ujedno nije ni isključena mogućnost da takav način vježbanja bude dio funkcionalnog trening programa. Primjerice, nefunkcionalna jednozglobna vježba može odigrati ključnu ulogu u ojačavanju slabe točke koju osoba može imati pri uspostavljanju mišićne ravnoteže. Nadalje, izvođenje takve vježbe može omogućiti osobi da efikasnije i efektivnije sudjeluje u aktivnostima funkcionalnog treninga uz smanjenje rizika od ozljeda.

U konačnoj analizi, za zapamtiti je da funkcionalni trening nije koncept rađen po principu sve ili ništa. Kontinuitet funkcionalnosti treba postojati, a jedina je potpuno funkcionalna vježba stvarna aktivnost za koju je trening i namijenjen.

Prema tome, osobe se ne bi smjele oslanjati na bilo koju odvojenu grupu vježbi, već bi setrebale koristiti sve vježbe iz arsenala treninga. Funkcionalni trening snage bi trebao služiti kao dodatak tradicionalnom treningu snage, a ne kao zamjena. Pravilno korišten, funkcionalni trening snage može omogućiti različitost vježbi te dodatne koristi treningu koje direktno poboljšavaju stvarne životne aktivnosti (Clark, 2001.).

Sukladno rečenom, nadalje se nameće zanimljivo pitanje:

Po čemu je funkcionalni trening snage drugačiji od tradicionalnog vježbanja na fitnes

spravama?

1. Kod funkcionalnog treninga pokret nije izoliran ili vođen vanjskom silom (u svakodnevnom životu rijetko ćemo leći na pod i gurati neko opterećenje bez upotrebe stabilizatora kralježnice kao npr. na legg press mašini).
2. Funkcionalni trening zahtijeva veću neuro-muskularnu kontrolu (što se više stimulira živčani sustav, mozak će kvalitetnije moći komunicirati sa muskulo- - skeletnim sustavom i imat će bolju adaptaciju).
3. Funkcionalni trening povezuje i integrira odjednom puno pokreta tijela (ljudski mišići nisu dizajnirani da rade izolirano od ostatka tijela).
4. Funkcionalnim se treningom dinamičke kretnje mogu trenirati u kontroliranim uvjetima (u svakodnevnom aktivnostima moramo biti sposobni usporiti, stabilizirati i ubrzati kretnje našeg tijela).
5. Funkcionalni je trening neprocjenjiv kad se radi na oporavku nakon ozljede (i prije korištenja funkcionalnog treninga u svijetu sporta, korištene su neke metode u terapijske svrhe).

Naposlijetku se uviđa kako fitnes centri danas nastoje osmisliti sprave za vježbanje koje će vježbači koristiti na što lakši način, bez naprezanja svojih misli (dobiva se dojam kao da „sprava skoro radi sama“). Upravo te sprave izoliraju određeni mišić, a vježbači imaju veoma malo opterećenje na živčani sustav dok vježbaju na njima. Zbog toga je važno vratiti se na tezu s početka rada koja ističe da je bitno razvijati snagu cijelog pokreta, a ne snagu mišića koji izvodi taj pokret jer cjelina je više nego zbroj svih njezinih dijelova.

### **2. 2. 1. Definicija i karakteristike funkcionalnog treninga**

Funkcionalni trening je trening integriranih višesmjernih kretnji koje uključuju zglobno ubrzanje, stabilizaciju i usporavanje s ciljem poboljšanja sposobnosti kretanja, snage cora i neuromuskularne učinkovitosti. Primarni je cilj funkcionalnog treninga omogućiti transfer poboljšanja snage postignute treningom u jednoj kretnji na poboljšanje izvedbe u drugoj kretnji, tako utječući na cijelokupni neuromuskularni sustav.

Učinkovitost transformacije vježbi snage na druge kretnje ovisi o nekoliko komponenti trenažnih kretnji koje moraju biti identične stvarnim kretnim strukturama pojedinog sporta.

Navedene komponente su:

- koordinacija,
- tipovi mišićne kontrakcije,
- brzina pokreta i
- opseg kretnji.

Najučinkovitije su vježbe one koje su najbližnije stvarnim aktivnostima u sve četiri komponente. Jedina je potpuno funkcionalna vježba stvarna aktivnost za koju je trening namijenjen.

Progresija ovog načina vježbanja sastoji se od vježbanja statičkih položaja tijela sa stabilnim osloncem, zatim se nastavlja narušavanjem stabilnosti oslonca (smanjenje baze i točaka oslonca) i nastavlja se prelaskom iz statičkih u dinamičke kretnje. Progresija se također nastavlja od bilateralnih do unilateralnih vježbi. Progresivnom primjenom funkcionalnog treninga sportaš uči upravljati vlastitom težinom, efikasnije uspostavlja centar ravnoteže, stabilnosti i balansa u trenucima kada mu je narušena optimalna pozicija tijela.

Svakodneve različite aktivnosti uključuju višezglobne i višeravninske dinamičke obrasce koji zahtjevaju prijenos sile između ekstremiteta. Uspjeh prvenstveno ovisi o sinergijskoj funkciji neuromuskularne povezanosti s corom, zahtjevnom treningu balansa, proprioceptije i kontrole sile odnosno snage. Konačni rezultat ove sinergije su specifičnije, sigurnije i efikasnije kretnje.

## **2. 2. 2. Razvoj funkcionalnog treninga**

Funkcionalni trening ima svoje korijene u rehabilitaciji. Fizioterapeuti često koriste ovaj pristup za rehabilitaciju bolesnika s poremećajima kretanja. Cilj vježbi koje se koriste u rehabilitaciji je funkcionalna neovisnost bolesnika. Primjerice vježbe koje oponašaju kretnje koje bolesnik inače vrši kod kuće ili na poslu, mogu biti uključene u liječenje s ciljem povratka i poboljšanja sposobnosti izvršavanja tih svakodnevnih aktivnosti nakon ozljede ili operacije. Vođeni ovom logikom, kondicijski treneri preslikavaju funkcionalni trening na sportove u kojima djeluju i koriste ga u treningu generalnih motoričkih kretnji koje se susreću u svim sportskim aktivnostima, a kao što su hodanje, jogging, trčanje, šprintanje, skakanje, podizanje, guranje, povlačenje, saginjanje, rotiranje, okretanje, stajanje, kretanje i zaustavljanje, penjanje te iskoraci.

U današnje vrijeme kada je napor veći, kada se sve više i intenzivnije trenira, mogućnost povreda je veća. Segment kondicijske pripreme, koja bi trebala biti neizbježna komponenta trenažnog procesa, i kao sredstvo prevencije uvelike može smanjiti mogućnost ozljeđivanja. Ako do ozljede ipak dođe, proprioceptija se može koristiti u trenažnom procesu i kao sredstvo oporavka.

Poznato je da je lanac jak koliko je jaka i najslabija karika te je isto tako i s našim tijelom. Mišićni disbalans ili mišićna insuficijencija čak i najmanjeg mišića može dovesti do toga da cijeli sustav zakaže (a postoji 640 skeletnih mišića). Usprkos svemu tome sportaši, odnosno

treneri, programiraju svoj trening (poglavito trening s otporima) ciljajući prvenstveno na velike mišiće ili na „osnovne pokretače“ kao što su m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. deltoideus, m. rectus abdominis, m. gluteus maximus, m. quadriceps itd.

Tijelo ima i takozvane mišiće stabilizatore koji direktno utječu na sposobnost velikih mišića. Ljudsko tijelo ima ugrađeni „prekid kruga“, odnosno mehanizam s ciljem da izbjegne veću štetu kada zglob izgubi stabilnost. Ovaj se mehanizam može vrlo lako objasniti na ekstremnom, ali vrlo čestom primjeru. Prilikom doskoka na neravnu površinu dolazi do izvrtanja zgloba. Kada mozak shvati što se događa sa stopalom, on šalje signal u tijelo da se zaustave sve aktivnosti mišića (velikih „osnovnih pokretača“) koji su odgovorni za potporu te noge. U isto vrijeme druga noga (i ostatak tijela) pozvana je u akciju spašavanja iz ove neugodne situacije. Ovisno o našim refleksima te o tome koliko je loša situacija i koliko imamo sreće, dolazi do pada i spašavanja bez teške ozljede zgloba. Ovaj „prekid kruga“ kao efekat postoji da se izbjegne doslovno pucanje u skočnom zglobu, iako bi se upravo to trebalo dogoditi. Navedeni „prekid kruga“ zapravo je psihološka činjenica. Ako mozak osjeti nestabilnost zgloba, veliki „osnovni pokretači“ koji podržavaju taj zglob ne mogu normalno funkcionirati. Mora se prvo povratiti stabilnost zgloba da bi se „osnovni pokretači“ mogli uključiti u druge radnje osim popravljjanja narušenog balansa. Drugim riječima, gubitkom balansa, čak i na djelić sekunde, znači gubitak funkcionalne snage dok se tijelo i mozak fokusira na prioritet povratka balansa.

Iz svega navedenoga proizlazi da će sportaš koji posjeduje bolji balans (uvjetovan proprioceptorima) vjerojatno prije uspjeti od sportaša s manjim balansom.

### **2. 2. 3. Propriocepcija**

Propriocepcija je sposobnost lokomotornog sustava za primjerene odgovore na specifične, a često i na neobične statičke i dinamičke podražaje (Potach i Borden, 2000.). Jednostavnije rečeno, propriocepcija podrazumijeva osjećaj za položaj vlastitog tijela u prostoru. Proprioceptivne vježbe su se još nekada koristile u rehabilitacijske svrhe, a danas su postale gotovo neizostavan dio preventivnog i razvojnog kondicijskog treninga. Pojavljuju se i drugi termini za ovaj tip treninga. Jedan od njih je PVV trening (Proprioceptive-Vestibular-Visual) koji naglašava važnost linije koju čine proprioceptori, centar za ravnotežu u unutrašnjem uhu i vidni analizator.

Drugi termin je senzorno-motorički trening, a podrazumijeva dovođenje sportaša u pozicije u kojima moraju reagirati zadržavanjem ravnotežnog položaja. Također se rabi i termin neuromuskularni stabilizacijski trening (Clark, 2001.). Poznato je da su danas u vrhunskom sportu sve veći zahtjevi za sportaša te je on podvrgnut ekstremno velikom naporu pa su tako i sve veće mogućnosti za ozljedu. Dovodi li se sportaševo tijelo u velik broj trenažnih situacija kojima je cilj provocirati aktivaciju proprioceptora, ove će pretpostavke omogućiti optimalnu reakciju u urgentnim situacijama koje bi mogle uzrokovati ozljeđivanje (Jukić, 2003.).

Propriocepcija se često zanemaruje kod ozljeda skočnog zgloba i koljena. Kada dođe do ozljede, dolazi do povreda brzo-adaptirajućih i sporo-adaptirajućih receptora te ako se ti receptori duže vrijeme ne koriste, gube se. Isto tako je i kod starijih osoba. Propriocepcija je radi toga vrlo bitna za svaku dob. Ukoliko se ozljeda ponavlja, remeti se osjećaj za ravnotežu, a daljnjom se neaktivnošću receptori gube. Što je ozljeda bila veća, to je i gubitak propriocepcije u ozljeđenom dijelu veći.

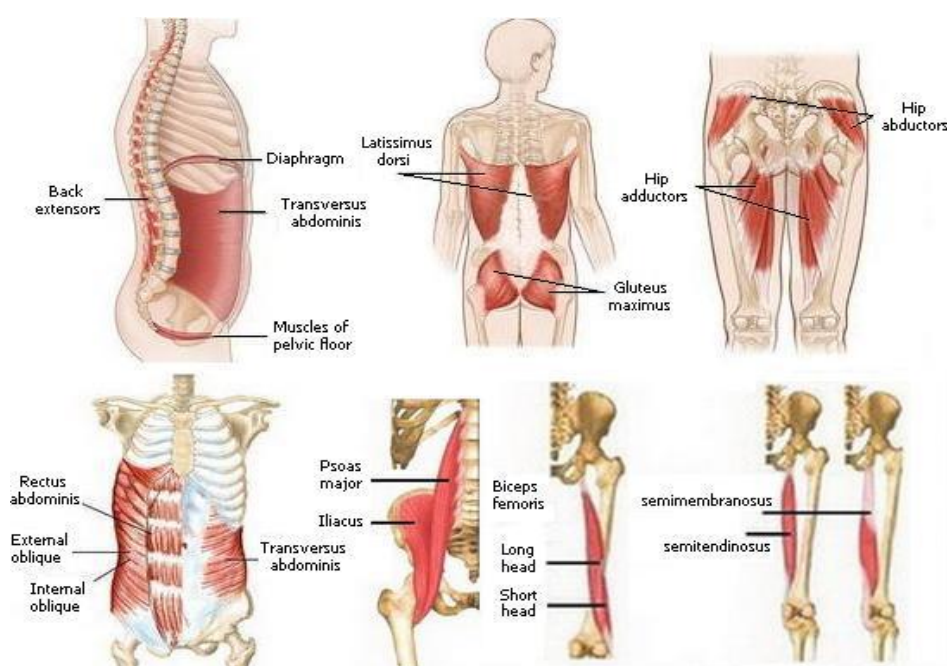
Vježbe bi se trebale provoditi najmanje tri puta tjedno, no poželjno bi bilo svaki dan. Cilj vježbi propriocepcije je dobivanje određene reakcije. Postiže se još i jačanje ligamenata i tetiva te povećanje amplitude pokreta u zglobovima. Propriocepcija obuhvaća dva motrišta osjeta za položaj, a to su statički i dinamički. Statički nam omogućuje svijesnu orijentaciju između dijelova tijela, a dinamički daje živčanomišićnom sustavu podatke o brzini i smjeru pokreta. Tako se zbog ozljede narušava prijenos poruka iz zglobnih receptora, što uzrokuje denervaciju i gubitak propriocepcije. Tijekom vježbanja propriocepcije trebalo bi angažirati što više osjetilnih sustava (vidnih, slušnih, taktilnih itd.). Sve vježbe propriocepcije izvode se s blago flektiranim nogama i ovisno o vježbi imaju dominantan utjecaj ili na skočni zglob, odnosno mišić stopala ili na koljeno, odnosno mišić natkoljenice i potkoljenice (ako je noga opružena u zglobu koljena, onda dominantnije rade mišići stopala – utjecaj na skočni zglob, a ako je pozicija lakše fleksije, onda dominantno rade mišići natkoljenice – utjecaj na zglob koljena). Mijenjanjem načina i stila života (određeni nepovoljni položaji koje zauzimamo u poslu, sve veća opterećenja na organizam itd.), dolazi do ugrožavanja zdravlja. Značajno je naglasiti da se vježbama propriocepcije ne sprječavaju samo povrede, nego se sprječavaju i kronične bolesti. Vježbe je moguće izvoditi u različitim uvjetima, a mogu se raditi pojedinačno, u parovima, s pomagalima ili bez pomagala, na jednoj ili na dvije noge itd.



## 2. 2. 4. Core trening

Pod pojmom treninga cora (srži, jezgre) podrazumijevamo trening trbušne i leđne muskulature trupa. Core čini stabilnu i snažnu poveznicu između gornjeg i donjeg dijela tijela te ona mora biti sposobna osigurati stabilizaciju tijela i omogućiti snažno djelovanje u različitim kretnjama tijekom različitih sportskih aktivnosti.

Cjelokupan core trening mora uključiti sve površinske i dubinske mišiće gornjeg (bez m. deltoideus i m. pectoralis major) i srednjeg dijela trupa, uključujući istovremeno fleksore i rotatore kuka, mišiće gluteusa i zadnjeg dijela natkoljenice.



Slika 7.. Površinski i dubinski mišići cora

Sposobnost kreiranja stabilnosti i opsega kretnji u srednjem dijelu tijela omogućuje efikasniji prijenos sila iz gornjeg u donji dio tijela. Slaba muskulatura cora dovest će do potencijalnih problema u donjem dijelu leđa poglavito kod dinamičkih odnosno balističkih sila. Snažna i jaka muskulatura cora može poboljšati kretnu učinkovitost, mišićni balans i mišićnu koordinaciju, kontrolu trupa i povećati fleksibilnost čitavog lumbalnog dijela, zdjelice i sakroilijakalnog zgloba. Bazične vježbe posture, istezanja i stabilizacije cora trebale bi biti neizostavna komponenta svakog početnog programa snage.

U svijetu kondicijske pripreme se sve više pažnje posvećuje razvoju i snazi mišića trupa. To je veoma važno jer je dobro razvijeni core ili trup od vitalne važnosti za vrhunske performanse

sportaša. Uobičajen je pristup u dizajniranju kondicijskih programa za sportaše da se programi fokusiraju primarno na djelove tijela koji su najpotrebniji za uspjeh u tom sportu. No kao rezultat toga, mnogi kondicijski programi naglašavaju rad na ekstremitetima. Primjerice ako sport zahtijeva puno guranja, bacanja i povlačenja (hrvanje, bacanje koplja itd.), tada je kondicijski program primarno usmjeren na gornji dio tijela, nakon toga na donji dio tijela pa tek posljednje na trup. Ako sport zahtijeva puno skokova, sprinteva ili udaraca (nogomet, TKD itd.), trening je fokusiran na donji dio tijela, zatim na gornji dio tijela pa na kraju na trup. Kako bi sportaš primijenio i iskoristio snagu svojih ekstremiteta, adekvatno se mora jačati snaga i stabilnost trupa.

Mišići trupa su mnogo više od samih abdominalnih mišića. Osim abdominalnih mišića (m. rectus abdominus, m. external oblique, m. internal oblique i m. transversus abdominus) trup se sastoji od sljedeće četiri mišićne grupe:

- muskulatura kuka (m. psoas, m. gluteus medius, m. gluteus maximus i mm. adductors),
- mišići lumbalnog dijela kralježnice (m. multifidus, mm. interspinales, mm. intertransversarii, m. rotators, m. quadratus lumborum i m. erector spinae),
- muskulatura torakalnog dijela kralježnice (m. transversospinalis, m. trapezius, m. rhomboideus, m. serratus anterior, m. serratus posterior) i
- muskulatura vratne kralježnice (m. paraspinales, mm. scalenes, m. sternocleidomastoideus, m. longus colli, m. longus capiti).

Kako bi se razvio maksimalan kondicijski potencijal sportaša, fokus treninga bi trebao biti na jačanju trupa. Snaga trupa je krucijalna jer se sve kretnje odvijaju u suradnji s trupom. Transfer iz donjeg dijela tijela u gornji dio tijela i obrnuto odvija se kroz mišiće trupa. Što su jači mišići trupa, ta je veza jača i samim tim veće je iskorištavanje potencijala sportaša. Jedan od primjera u kojem se zorno može vidjeti suradnja donjeg i gornjeg dijela tijela kroz jaki trup je vježba trzaja u olimpijskom dizanju utega. Dobro razvijeni mišići trupa omogućavaju veće ispoljavanje sile, veću neuromišićnu efikasnost i smanjenje od ozljede uslijed preopterećenja. Snažan trup je bitan jer se sila transferira najefikasnije kroz tijelo u ravnoj liniji. Rezultat slabo razvijenog trupa je lošija postura tijela koja dovodi do smanjene efikasnosti kretanja. Takav sportaš gubi energiju kroz nekoordinirane i dodatne kretnje te se povećava rizik ozljede. Dokaz da se prvo treba razvijati snagu trupa može se vidjeti kod male djece kod kojih kretanja počinju iz trupa prema ekstremitetima. Taj je proces poznat kao proksimalan prema distalnom razvoju kretanja. Većini je ljudi trening trupa sinonim treningu za trbušnjake. Premda su trbušni mišići veoma važan dio treninga trupa, jaki mišići donjeg dijela leđa su jednako tako važni. Atletske kretnje, kao što su rotacije, skokovi, trčanja i kontakti, stvaraju velike sile na donji dio leđa. Ako se u treningu zanemaruje rad na donjem dijelu leđa, to nužno vodi do smanjenja kretnih mogućnosti, a samim tim do smanjenja performansi te na kraju do same ozljede. Česta zablude je da do ozljede donjeg dijela leđa dolazi zbog slabih mišića donjeg dijela leđa. Naprotiv, kod ozljeda donjeg dijela leđa primijećena je slabost trbušnih mišića. U treningu cora funkcionalan trening je često

zanemaren te su primarni programi i vježbe čiji je cilj i razvoj „six-pack abs“. Naprotiv, vježbe zatvorenog kinetičkog lanca zahtijevaju više balansa i kordinacije te su specifičnije za sami sport. Naglasak bi trebao biti na razvoju funkcionalne snage kroz trening kretnji, a ne kroz mišiće.

Zbog navedenih razloga važno je izoditi većinu vježbi za trup iz stojeće pozicije jer je to pozicija u kojoj se sportaši natječu. Izvođenje vježbi trupa iz stojeće pozicije neće samo utjecati na mišiće trupa, već i na ostale mišiće potrebne da stabiliziraju tijelo. To je koncept treniranja kretnji, a ne mišićnih grupa. Ideja da se samo treniraju određene mišićne grupe nije adekvatna, već je važno trenirati mišićne grupe kroz kretnje koje su sličnije kretnjama koje se pojavljuju za vrijeme natjecanja.

Važno je simulirati kretnje i pozicije tijela koje su prisutne u natjecanju, dok povećavamo brzinu i efikasnost tih kretnji. Trup je sposoban izvoditi kretnje kroz veći broj ravnina te zbog toga tradicionalan, statički trening snage u jednoj ravnini nije adekvatan sportašima. Aktivnosti koje uključuju fleksiju, ekstenziju, rotaciju i neograničen broj kombinacija tih kretnji će mnogo svrsishodnije razviti trup. Kretanja koja su kompleksna i međuvodna, koja uključuju sinergiste, stabilizatore, neutralizatore i antagoniste, radeći skupa da ubrzaju, uspore i stabiliziraju tijelo u sve tri ravnine, čine osnovu funkcionalnog koncepta treninga trupa.

Većina sportova uključuje aktivnosti u tri ravnine kretanja (frontalna, sagitalna i transverzalna). Cilj je treninga trupa integrirati sve tri ravnine kretanja umjesto da ih izolira. S obzirom na to da se mišići trupa uglavnom sastoje od sporih mišića, oni se mogu raditi svakodnevno.

Gotovo sve funkcionalne aktivnosti uključuju rad čitavog tijela. Trup prenosi energiju iz donjeg dijela kinetičkog lanca u gornji dio putem dijagonalnih veza (m. oblique abdominal – m. pectoralis, m. gluteus maximus – m. latissimus dorsi) povezujući kuk s ramenim pojasom.

Trening cora možemo podijeliti u tri faze razvoja:

1. Faza stabilizacije cora – u ovoj se fazi kretnje izvode s malim brojem ponavljanja, umjerenog su inteziteta i progresivne dužine trajanja.
2. Faza jačanja cora – u ovoj su fazi kretnje dinamičnije, koriste se specifični opsezi kretnji, vlastita težina, gravitacija te vanjska opterećenja u svim ravninama. Osnovni je cilj jačanje muskulature kroz integrirane kretnje.
3. Faza snage cora – sila se generira i transferira u realnu brzinu koja je potrebna u sportu. Cilj je ove faze oponašanje kretnja iz svakodnevnih situacija u životu i sportu.

Progresija unutar faza razvoja:

- smanjivanje baze oslonca,
- smanjivanje točki oslonca,
- povećanje vremena izvedbe kod statičkih vježbi,
- od statičke do dinamičke strukture kretnji,
- od jednostavnih do složenijih struktura kretnji,
- povećanje broja ponavljanja kod dinamičkih kretnji,
- od sporih do brzih odnosno balističkih kretnji (situacije iz sporta) i
- od manjih sila do proizvodnje velikih sila.

### **3. Dosadašnje spoznaje**

#### **3. 1. Dosadašnja istraživanja – snaga**

Gorostiaga i suradnici 2004. godine objavljuju istraživanje u kojem ispituju efekte treninga snage na različite fizičke performanse kod mladih nogometaša. Zanimljiva je zapravo ideja istraživanja. Autori su u studiji krenuli s osnovnom pretpostavkom kako trening snage (u ovom slučaju eksplozivne snage) ima i neke pozitivne konotacije na promjene u drugim sposobnostima (u prvom redu brzine trčanja na kratkim dionicama). Ispitanici, mladi nogometaši (prosječne dobi od 17 godina), testirani su na početku i nakon jedanaestotjednog tretmana na laboratorijskim testovima eksplozivne snage, sprintu na 5 i 15 metara te različitim mjerama koncentracije hormona (testosteron, kortizol, itd.). Eksperimentalna skupina (E; N = 8) provodila je tijekom tretmana kombinirani trening eksplozivne snage i nogometa, dok je kontrolna skupina isključivo provodila trening nogometa (K; N = 11). Kod E skupine uočene su značajne promjene u mjerama eksplozivne snage i koncentracije testosterona, dok kod K skupine nisu uočene značajne promjene ni u jednoj od mjernih varijabli.

Hickson je istraživao kakvi su efekti dodatnog treninga snage u ukupnom trenažnom programu kod ispitanika – sportaša u izdržljivosti (8 muškaraca, 2 žene, N = 10). Ispitanici su bili umjereno trenirani u izdržljivosti (> 50 mL/kg/min). Deset tjedana treninga snage (3d/tj) s naglašenim treningom mišića nogu i zgloba kuka rezultiralo je znatnim povećanjem maksimalne snage (20 – 38%). Iako su promjene u VO<sub>2</sub>max bile male, vremena na pokretnoj traci s progresivnim opterećenjem i vožnje bicikla značajno su se povećala, dok je vrijeme rada do otkaza na bicikl ergometru zadržalo stalnu radnu brzinu (80 – 85% VO<sub>2</sub>max). S praktičnog gledišta, vrijeme trčanja na 10 km smanjilo se sa 42:27 na 41:43 (N = 9). Zaključak bi bio da trening snage poboljšava izdržljivost kod dobro treniranih sportaša.

DeRenne i suradnici su 1996. godine publicirali jednostavnu i zanimljivu studiju u kojoj su predstavili rezultate istraživanja koje je provedeno s ciljem da se utvrdi koliko je moguće održavati dostignutu razinu snage, a s treningom koji bi se u određenim intervalima provodio nakon dvanaestotjednog pripremnog perioda. Uzorak ispitanika sačinjavali su igrači bejzbola (N = 21; prosječne dobi od 14 godina). Ispitanici su provodili dvanaestotjedni sustav treninga u režimu 3 puta tjedno. Pripremni period prouzročio je značajni porast u analiziranim mjerama snage (zgibovima, potisku nogama i bench pressu). Nakon pripremnog perioda, ispitanici su podijeljeni u tri skupine i to: G1-grupa koja je provodila jedan trening snage tjedno; G2-grupa koja je provodila dva treninga snage tjedno i K-grupa koja nije provodila trening snage nakon pripremnog perioda, a u periodu od 12 tjedana. Nakon 12 tjedana uočene su značajne razlike između obje G-grupe i K-grupe, ali samo u bench pressu.

Na osnovi rezultata ovog istraživanja može se zaključiti kako je jedan trening tjedno sasvim dovoljan da se održi stanje u mjerama snage kod dječaka u ranom pubertetu, tijekom natjecateljske sezone.

Paavolainen i suradnici ispitali su učinke „treninga eksplozivne snage“ na sposobnostima 18 dobro treniranih muškaraca u orijentacijskom trčanju. U pokušaju da djelomično kontroliraju razlike u volumenu treninga, istraživači su trening izdržljivosti zamijenili treningom snage (32% ukupnog vremena), tako da je ukupno vrijeme treninga bilo otprilike jednako u eksperimentalnoj (E; N = 10) i kontrolnoj (K; N = 8) skupini. Trening je trajao ukupno 9 tjedana. Zanimljivo je bilo da je eksperimentalna grupa zabilježila malo smanjenje u VO<sub>2</sub>max tijekom treninga. Međutim, eksperimentalna je grupa pokazala i mnogo veće povećanje u maksimalnoj snazi (izometrički nožni potisak), sprintu na 20 m, skočnosti, anaerobnom kapacitetu, ekonomičnosti trčanja i, što je najvažnije, vremenu trčanja na 5 km.

Izquierdo i suradnici su 2006. godine publicirali istraživanje u kojem su analizirali efekte jedanaestotjednog treninga snage. Ispitanici su podijeljeni u tri skupine i to: O-skupina koja je provodila trening snage tako da je radila s opterećenjem „do otkaza“ (N = 14); BO-skupina koja je provodila trening s opterećenjem „bez otkaza“ (N = 15), i K-skupina, kontrolna skupina koja nije trenirala (N = 13). Pored praćenja promjena u manifestacijama snage, tijekom studije proveden je i niz analiza biokemijskog karaktera koje su trebale provjeriti u kojim se mjerama javljaju promjene hormonalnog statusa ispitanika, no osvrnut ćemo se samo na usporedbe i testiranje dvaju modaliteta treninga snage. O-skupina i BO-skupina podjednako su napredovale u testovima snage, kao što su: maksimalna težina (1 RM – repetitium maximum), potisak na ravnoj klupi – bench press (O: 23%; BO: 23%), čučanj 1RM-a (O: 22%; BO: 23%), maksimalna snaga mjerena na opružacima podlaktice (O: 27%; BO: 28%), maksimalna snaga mjerena na ekstenzorima potkoljenice (O: 26%; BO: 29%) te mjerenje snage kroz maksimalni broj ponavljanja na čučnju (O: 66%; BO: 69%). Jedina mjera u kojoj je zabilježena značajna razlika bila je mjera maksimalnog broja ponavljanja kod izvođenja bench pressa, a u kojoj je bolje rezultate postigla O-skupina.

O'Connor i Lamb su 2003. godine publicirali istraživanje u kojem su provjerili učinkovitost programa vježbanja koji je nazvan Bodymax te koji kao osnovnu značajku ima kombiniranje različitih vježbi s malim opterećenjem u velikom broju ponavljanja, a u sustavu višestrukog kružnog treninga. Prema ideji autora, ovaj program namijenjen je prvenstveno ženama. Ukupno 39 ispitanica (prosječne dobi od 38 godina) podijeljene su u eksperimentalnu skupinu (E) i kontrolnu skupinu (K). E-skupina provodila je eksperimentalni program 12 tjedana, 3 puta tjedno u trajanju od 60 minuta. K-skupina je provodila programe aerobike u kojem je do tad participirala, a u istom režimu kao i E-skupina (3x60 minuta tjedno). Mjereno je pet kožnih nabora, čime je procijenjeno stanje količine potkožnog masnog tkiva, a i 7 mjera za procjenu mišićne snage. Značajne promjene uočene su samo kod E-skupine, dakle kod skupine koja je trenirala primjenom Bodymax programa.

Nimmons je u svom neobjavljenom magistarskom radu trenirao 2 grupe sportaša 9 tjedana koristeći vježbe naglašeno za mišiće nogu i zgloba kuka. Obje su grupe izvodile program treninga velikog volumena izvodeći 3x10 ponavljanja s ciljanim opterećenjem i dodatnim serijama od 10 ponavljanja s malim do umjerenim opterećenjem za zagrijavanje.

Međutim, primjenjivali su se različiti intervali odmora između serija: grupa 1 (N = 8) odmarala se 3 minute između serija, a grupa 2 (N = 6) 30 sekundi. Podatci s treninga su pokazali kako je grupa 1 koristila znatno veća opterećenja, s višim relativnim intenzitetom te je proizvela veći rad tijekom 9 tjedana u usporedbi s grupom 2. Maksimalna snaga (1RM u čučnju) povećala se za 13,1% u grupi 1 te 8,8% u grupi 2. Ponavljanje do otkaza pri opterećenju od 85% od 1 RM-a poboljšala su se za 152% u grupi 1 te 77% u grupi 2. Rezultati su pokazali da kratki intervali odmora ne pružaju povoljne uvjete za razvoj HIEE i proizvode slabe učinke.

Marx i suradnici su 2001. godine publicirali istraživanje čiji je cilj rada bio utvrditi dugoročne efekte dviju vrsta treninga s opterećenjem kod odraslih žena. Obje su skupine provodile program vježbanja s opterećenjem. Jedna grupa ispitanica vježbala je intervalno i to periodizirani visoko volumenski trening (VV; N = 12; 2 – 4 serije po vježbi; 3 – 15 ponavljanja; 4 puta tjedno). Druga grupa trenirala je nešto nižim volumenom, primjenom kružnog oblika rada (NV; N = 12; 1 serija; blizu otkaza; 3 puta tjedno). Analizirane su varijable mišićne snage, eksplozivne snage, morfološki parametri, kao i stanje koncentracije pojedinih hormona. Varijable su mjerene na početku (T1), nakon 12 tjedana (T2) i nakon 24 tjedna treninga (T3). Između T1 i T2 uočen je značajan napredak u varijablama ravnog potiska i potiska nogama (1RM) te repetitivne snage donjih i gornjih ekstremiteta; i to kod obje grupe. Međutim, razlike T2 i T3 bile su vrlo uočljive samo kod VV grupe. Eksplozivna snaga i brzina značajno su napredovale kod VV grupe i to između točaka T2 i T3. U zaključku se rada ističe da se značajni napredak u mišićnim performansama može postići primjenom i niskog volumenskog treninga i visokog volumenskog treninga. Međutim, kod primjene niskovolumenskog treninga, napredak prestaje biti značajan nakon 12 tjedana.

Chromiak i suradnici su 2004. godine proveli istraživanje. Istraživani su efekti desetotjednog treninga snage uz suplementaciju prehrambenim dodatkom koji je služio za oporavak i to na promjene u sastavu tijela, različite parametre snage te mjere anaerobnog kapaciteta. Ispitanici koji su sudjelovali u istraživanju (prosječne dobi od 22 godine) podijeljeni su u dvije skupine: skupinu koja je nakon treninga konzumirala ugljikohidratni preparat (K; N = 20) i skupinu koja je po treningu snage konzumirala preparat kombiniran od ugljikohidrata, proteina, aminokoselina i creatin monohidrata (E; N = 21). Ideja istraživača bila je provjeriti tvrdnje proizvođača preparata za oporavak kako se ovakvom kombinacijom može postići bolji oporavak nakon treninga, nego klasičnim ugljikohidratnim pripravcima. Svi ispitanici provodili su desetotjedni trening snage s utezima i trenažerima, i to četiri puta tjedno. Ukupno je razmatrano 40 treninga, a u razmatranje su uzeti samo oni ispitanici koji su

participirali u više od 70% treninga. Na početku i na kraju studije ispitanici su testirani na mjerama sastava tijela i debljine kožnih nabora, 1 RM-a na ravnom potisku i potisku nogama (leg press), kao i mjeri anaerobnog kapaciteta na Wingate testu u trajanju od 30 sekundi. Podatci su analizirani analizom varijance za ponovljena mjerenja. Sastav tijela značajno se promijenio tijekom 10 tjedana kod obiju grupa i to tako da je porasla bezmasna masa tijela (free fat mass). Premda nije bilo značajnih razlika u ovom parametru među grupama, trend rezultata ipak je pokazao da nešto bolje rezultate (ne i značajno bolje) postiže E-grupa (porast od 3.4 kg u odnosu na 1.5 kg kod K-grupe). U obje mjere maksimalne snage (1 RM na potisku rukama i nogama) značajno su napredovale obje skupine, ali bez značajnih razlika. Zanimljivo je kako u mjerama repetitivne snage (engl. muscular endurance; mjeren maksimalni broj ponavljanja od 85% od 1 RM-a u istim testovima) niti jedna skupina nije značajno napredovala. Međutim, potrebno je napomenuti kako su u rezultatima testiranja uočene naznake da bi bolje rezultate bilo moguće očekivati kod E-skupine, ali pod uvjetom duljeg trajanja eksperimenta i to (prema mišljenju autora članka) samo kod varijabli morfološkog statusa jer nikakve naznake diferencijalnog utjecaja nisu uočene kod mjera motoričkog statusa koje su ispitivane u ovom radu.

U prvom se dijelu dosadašnjih istraživanja pokušao dati presjek radova koji se bave raznim oblicima treninga snage te njegovim utjecajem na različite performanse, kao i pojašnjenje na to koliki su efekti treninga snage na održavanje tih performansi.

### **3. 2. Dosadašnja istraživanja – pliometrija**

U drugom dijelu dosadašnjih istraživanja bavit ćemo se prvenstveno pliometrijskim treningom snage i njegovim efektima na performanse.

Blattner i Noble (1979.) komparirali su efekte pliometrijskog treninga (dubinski skokovi) i izokinetičkog treninga na visinu vertikalnog skoka. Grupa od 48 studenata slučajnim je odabirom podijeljena u tri grupe: izokinetička grupa (grupa 1), pliometrijska grupa (grupa 2) i kontrolna grupa (grupa 3). Tijekom osam tjedana grupa 1 provela je ukupno 24 treninga (3 puta tjedno) koji su se sastojali od 3 serije po 10 ponavljanja nožnog potiska na izokinetičkom aparatu. Grupa 2 je tijekom istog perioda provela 24 pliometrijska treninga koji su se sastojali od 3 serije po 10 ponavljanja dubinskih skokova. Prosječna visina saskoka bila je 86 cm. Potrebno je naglasiti kako je kod pliometrijske grupe postepeno povećavano opterećenje s kojim su izvodili dubinske skokove. Oba su trenažna postupka značajno ( $P < 0.05$ ) poboljšala visinu vertikalnog skoka (4.9 i 5.2cm), pri čemu nije bilo velikih razlika između eksperimentalnih grupa. Autori rada zaključili su kako su efekti pliometrijskog treninga komparabilni efektima izokinetičkog treninga snage.



Polhemus i Burkhardt (1980.) komparirali su efekte šestotjednog treninga s opterećenjem (grupa A, N = 13) i kombiniranog treninga s opterećenjem te pliometrijskog treninga (grupa B; N = 14) na vertikalnu i horizontalnu skočnost, kao i na sposobnost sprinta 40 yardi. Obje grupe primjenjivale su iste vježbe (čučanaj, potisak s ravne klupe, nabačaj i stojeći potisak) te ista opterećenja (65 – 75% od 1RM-a) u treningu snage. Pliometrijski dio treninga sastojao se od izvođenja dubinskih skokova s visine od 45 cm.

Potrebno je naglasiti kako su tijekom izvedbe pliometrijskih vježbi ispitanici nosili vestu s opterećenjem (10 – 20% od mase tijela). Obje su grupe napravile ukupno 18 trenažnih jedinica. Rezultati efekata pokazali su kako je samo grupa B (koja je radila kombinaciju treninga snage i pliometrijskog treninga) statistički značajno poboljšala rezultate u spomenutim testovima.

Bosco i Pittera su (1982.) proveli istraživanje efekata kombinacije pliometrijskog treninga, odbojkaškog treninga te skokova s opterećenjem na visinu vertikalnog skoka na uzorku od 14 vrhunskih odbojkaša. Tijekom perioda od 8 tjedana odbojkaši su provodili trening koji se sastojao od skokova s utezima, dubinskih skokova te tradicionalnog odbojkaškog treninga. Broj dubinskih skokova po treningu varirao je od 100 do 170 cm, a visina saskoka je postepeno povećavana sa 50 – 100 cm. Kontrolna skupina, koja se sastojala od 11 studenata odbojkaša, tijekom istoga perioda provodila je trening koji se sastojao samo od skokova s opterećenjem i odbojkaškog treninga. Obje su grupe trenirale tri puta tjedno. Analiza rezultata pokazala je kako je do statistički značajnih ( $P < 0.05$ ) pozitivnih promjena u visini skoka došlo samo kod grupe treniranih odbojkaša koji su koristili dubinske skokove na treninzima. Ovo istraživanje ujedno je pokazalo kako je kombinacijom dubinskih skokova i standardnog odbojkaškog programa treninga moguće značajno poboljšati visinu skoka kod visoko treniranih osoba čija su specijalizacija upravo vertikalni skokovi.

Ford i suradnici (1983.) proučavali su utjecaj dvaju različitih trenažnih procesa u trajanju od 10 tjedana na visinu vertikalnog skoka i na sprint 40 yardi. Prva grupa provodila je pliometrijski trening dubinskih skokova, dok je druga grupa provodila kombinaciju pliometrijskog treninga i treninga snage s opterećenjem. Potrebno je naglasiti kako kontrolne grupe nije bilo. Značajnost razlika između dvaju mjerenja utvrđena je analizom varijance za ponovljena mjerenja. Oba trenažna postupka statistički su značajno poboljšala visinu vertikalnog skoka i brzinu sprinta 40 yardi, no nije bilo većih razlika između efekata primjene oba kineziološka tretmana. Autori su zaključili kako se obje motoričke manifestacije mogu uspješno razvijati i pliometrijskim treningom i kombinacijom pliometrijskog treninga i treninga snage. Clutch i suradnici su (1983.) u svom istraživanju proveli dva eksperimenta. Prvi eksperiment proveden je na 12 netreniranih studenata koji su bili podijeljeni u tri eksperimentalne grupe: 1. grupa – vertikalni skokovi (N = 4); 2. grupa – dubinski skokovi s visine od 0.3 m (N = 4); 3. grupa – dubinski skokovi s visine od 1.1 m (N = 4). Sve grupe su, uz definirane treninge, provodile i trening snage s opterećenjem. Eksperiment je trajao 16 tjedana. Svaki od eksperimentalnih programa proizveo je statistički

značajne promjene u visini vertikalnog skoka. Razlike između pojedinih eksperimentalnih grupa u efektima treninga nisu bile velike. U drugom eksperimentu isti su autori utvrdili efekte dva eksperimentalna programa na vertikalnu skočnost. Prvi program sastojao se od kombiniranog treninga dubinskih skokova i treninga snage (N = 16), dok se drugi program sastojao od treninga snage s opterećenjem i odbojkaškog treninga čiji su sastavni dio vertikalni skokovi (N = 16). Oba su eksperimentalna programa dala statistički značajne i vrlo slične efekte u području vertikalne skočnosti. Na osnovi rezultata oba eksperimenta, autori su zaključili kako dubinski skokovi ne postižu ništa značajnije trenažne efekte od klasičnih vertikalnih skokova.

Cilj istraživanja Dvir-a (1985.) bila je komparacija efekata dva oblika pliometrijskog treninga, koji se razlikuju po intenzitetu pred-istezanja, na visinu vertikalnog skoka te antropometrijske karakteristike muških studenata. 24 studenta su podijeljena u tri grupe (N = 8 u svakoj), dok prva skupina (PH) radi dubinske skokove (visok intenzitet pred-istezanja), druga skupina (PL) radi skokove iz čučnja pripremom (niski intenzitet pred-istezanja) i treća je skupina kontrolna grupa (C). Dakle, osnovna razlika između treninga dvije eksperimentalne grupe jest brzina kojom se istežu mišići opružači stopala i potkoljenice. Rezultati su pokazali kako su obje eksperimentalne grupe statistički značajno ( $P < 0.05$ ) poboljšale visinu vertikalnog skoka, pri čemu su efekti grupe koja je provodila dubinske skokove bili značajno veći od grupe koja je provodila trening skokova iz čučnja. Nije bilo značajnih promjena u mjerenim antropometrijskim obilježjima. Rezultati istraživanja upućuju kako brzina i intenzitet pred-istezanja aktiviranih mišića kod vertikalnih skokova ima značajan utjecaj na konačne trenažne efekte procijenjene visinom skoka.

Utvrđivanje efekata pliometrijskog treninga na vertikalnu skočnost košarkaša bio je osnovni cilj rada Brown-a i suradnika (1986.). Ispitanici su slučajnim odabirom podijeljeni u eksperimentalnu (N = 13) i kontrolnu (N = 13) grupu. Eksperimentalna grupa provodila je 3 serije dubinskih skokova 3 puta tjedno kroz period od 12 tjedana. Obje su grupe pak, bile uključene u standardni košarkaški trening tijekom istog razdoblja. Eksperimentalna grupa statistički je značajno poboljšala visinu vertikalnog skoka sa zamahom rukama ( $P < 0.05$ ) u odnosu na kontrolnu grupu, dok razlike između obje grupe u vertikalnom skoku bez zamaha ruku nisu bile statistički značajne. Autori su zaključili kako pliometrijski trening unapređuje koordinaciju rada ruku pri odrazu te na taj način doprinosi poboljšanju vertikalne skočnosti. Cilj studije Adamsa i suradnika (1992.) bio je uspoređivanje efektivnosti tri različita programa treninga (1. grupa – čučanj; 2. grupa – pliometrija; 3. grupa – čučanj i pliometrija) na promjene u mehaničkoj snazi nogu mjerenoj visinom vertikalnog skoka. 48 ispitanika podijeljeno je u spomenute tri trenažne grupe i jednu kontrolnu grupu. Eksperimentalni program proveden je dva puta tjedno kroz period od 6 tjedana. Sva tri eksperimentalna postupka proizvela su statistički značajno poboljšanje u visini vertikalnog skoka. Međutim, 3. grupa (koja je izvodila čučanj i pliometriju) postigla je statistički značajno ( $P < 0.01$ ) veće

efekte od 1. i 2. grupe. Autori zaključuju kako su i trening snage nogu i pliometrijski trening nogu neophodni za optimalan razvoj eksplozivne snage nogu.

U svom istraživanju provedenom na 78 studenata Fakulteta za fizičku kulturu, Delecluse i suradnici (1995.) proučavali su efekte dvaju eksperimentalnih postupaka na promjene u tri latentne dimenzije sprinta 100 m. Udaljenost od 100 m podijeljena je u 50 segmenata međusobno razmaknutih 2 m. Komponentnim modelom faktorske analize rezultata ispitanika u 50 varijabli brzine u sprintu na 100 m ekstrahirana su tri faktora: faktor održavanja maksimalne brzine (36 – 100 m), faktor tranzicije iz ubrzanja u maksimalnu brzinu (12 – 34 m) te faktor startne akceleracije (0 – 10 m). Ispitanici su podijeljeni u dvije eksperimentalne (1. skupina izvodi trening snage s velikim opterećenjem, a 2. skupina trening eksplozivnog karaktera s velikom brzinom izvedbe) i jednu kontrolnu skupinu. Eksperimentalni tretman provodio se tri puta tjedno u 9 tjedana. Eksperimentalna grupa koja je provodila vježbe eksplozivnog karaktera statistički je značajno ( $P < 0.05$ ) unaprijedila vrijeme u komponentama startnog ubrzanja i tranzicije iz ubrzanja u maksimalnu brzinu sprinta 100 m, kao i vrijeme u samom sprintu 100 m. Druga eksperimentalna grupa koja je provodila trening snage s velikim opterećenjem statistički je značajno ( $P < 0.05$ ) unaprijedila samo komponentu startne akceleracije (0 – 10 m). Na osnovi dobivenih rezultata autori su zaključili kako je za unaprjeđenje maksimalne brzine trčanja nužan specifični sprinterski trening.

U istraživanju Lyttlea i suradnika (1996.), provedenog na 33 netrenirana muškarca, proučavana je relativna efikasnost dva trenažna postupka u mogućnosti unaprjeđenja eksplozivnih dinamičkih karakteristika. Ispitanici su slučajnim odabirom podijeljeni u dvije eksperimentalne i jednu kontrolnu skupinu. Jedna eksperimentalna skupina provodila je kombinaciju pliometrijskog treninga i treninga snage s opterećenjem, dok je druga skupina provodila trening eksplozivnog karaktera s opterećenjem koje maksimizira ispoljavanje mehanike snage – 30% od maksimalnog opterećenja. Eksperiment je trajao 8 tjedana po dva treninga tjedno. Rezultati istraživanja pokazali su kako su oba eksperimentalna postupka statistički značajno unaprijedila eksplozivnu snagu tipa skoka, bacanja i sprinta. Stoga autori zaključuju kako se pomoću oba postupka mogu efikasno mijenjati eksplozivne karakteristike prethodno netreniranih muškaraca.

Wilson i suradnici su (1997.) proveli istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja inicijalne razine snage na promjene u vertikalnoj skočnosti i sprintu 20 m iz letećeg starta nakon dva eksperimentalna trenažna postupka: pliometrijskog treninga i treninga snage s opterećenjem. Trideset ispitanika podijeljeno je u dvije eksperimentalne i jednu kontrolnu skupinu. Unutar svake eksperimentalne skupine definirane su po dvije homogene skupine s obzirom na inicijalno stanje u maksimalnoj snazi donjih ekstremiteta. Sam eksperiment trajao je 8 tjedana u kojem su ispitanici trenirali dva puta tjedno. Pliometrijski trening proizveo je statistički značajne promjene u visini vertikalnog skoka te nije bilo povezanosti

između veličine napretka i inicijalne razine snage. Trening snage s opterećenjem također je doveo do statistički značajnih promjena u vertikalnoj skočnosti i letećem sprintu na 20 m, ali je u ovom slučaju ustanovljena statistički značajna ( $P < 0.01$ ) negativna povezanost između inicijalne razine snage i promjena rezultata u eksplozivnim testovima ( $r = -0.6$ ). Na osnovi dobivenih rezultata, autori su zaključili kako za uspješnu primjenu pliometrijskog treninga nije potrebna visoka razina maksimalne snage nogu.

Kako bi utvrdili efekte specifičnog sprinterskog pliometrijskog programa treninga na sprinterski rezultat, Rimmer i Sleivert (2000.) proveli su osmotjedni eksperiment. Podijelili su 26 muškarca u tri skupine. Prva eksperimentalna skupina provodila je sprinterski trening, druga je eksperimentalna skupina provodila specifični sprinterski pliometrijski trening, dok je treća skupina bila kontrolna. Obje eksperimentalne skupine realizirale su ukupno 15 treninga. Sprinterski rezultat mjeren je sprintom na 40 m. Eksperimentalna skupina koja je provodila pliometrijski trening statistički je značajno ( $P < 0.05$ ) poboljšala rezultat u sprintu na 40 m. Sprinterska eksperimentalna skupina također je poboljšala rezultat u sprintu na 40 m, ali taj napredak nije bio statistički značajan. Međutim, razlike u efikasnosti ova dva eksperimentalna postupka nisu statistički značajne. Također su rezultati istraživanja pokazali kako je pliometrijska skupina vidno smanjila vrijeme trajanja kontakta stopala s podlogom prilikom sprinta. Stoga autori zaključuju kako specifični pliometrijski trening može unaprijediti sprint na 40 m smanjujući vrijeme kontakta stopala s podlogom.

Cilj istraživanja Fatourosa i suradnika (2000.) bio je utvrditi efekte tri različita protokola treninga: pliometrijskog treninga, treninga snage s opterećenjem i njihove kombinacije – vertikalnu skočnost i maksimalnu snagu nogu. 41 muškarac podijeljen je u jednu od 4 grupe: tri eksperimentalne i jednu kontrolnu. Eksperiment je trajao 12 tjedana, a ispitanici u eksperimentalnim skupinama trenirali su tri puta tjedno. Podatci su analizirani dvofaktorskom analizom varijance za ponovljena mjerenja. Rezultati su pokazali kako su sva tri eksperimentalna postupka proizvela statistički značajna ( $P < 0.05$ ) poboljšanja u svim mjerenim varijablama. Međutim, grupa koja je provela kombinirani trening postigla je statistički ( $P < 0.05$ ) veći napredak u svim mjerenim varijablama od druge dvije eksperimentalne grupe. Autori naglašavaju kako ovo istraživanje potvrđuje efikasnost korištenja kombinacije pliometrijskog treninga i treninga snage za poboljšanje eksplozivnih karakteristika muškaraca.

U drugom se dijelu dosadašnjih istraživanja pokušao dati presjek radova koji se bave različitim oblicima pliometrijskog treninga kao zasebnog treninga te pliometrijskog treninga u kombinaciji s treningom snage. Analizirani su učinci takvih treninga na performanse, a posebice na vertikalnu skočnost i na sprint.

### **3. 3. Dosadašnja istraživanja – funkcionalni trening**

U trećem dijelu dosadašnjih istraživanja pokušat će se dati presjek istraživanja funkcionalnog treninga snage i njegov utjecaj na performanse; a pri tome se mora naglasiti da je vrlo mali broj ovih istraživanja.

Carter, A. B. i suradnici su 2007. godine istraživali efekte visoko intenzivnog pliometrijskog treninga gornjih ekstremiteta na brzinu bacanja i odnosa funkcionalne snage rotatora ramena kod igrača bejzbola. Za razliku od kontrolne grupe, grupa koja je radila pliometrijski trening pokazala je značajne razlike u brzini bacanja, ali nije došlo do značajnih razlika u izokinetičkoj snazi.

Shideler i suradnici su 2007. godine istraživali utjecaj različitih programa vježbanja na funkcionalne fitness sposobnosti kod starijih osoba. Učesnici ovog eksperimenta su 42 osobe između 66. i 91. godine. Participanti su u svim grupama bili podvrgnuti funkcionalnom fitness testiranju koje su dizajnirali Rikli i Jones. Poslije početnog provjeravanja uslijedilo je dvanaestotjedno vježbanje nakon čega je ponovljeno testiranje. Autori nisu našli statistički značajne razlike, ali su uočene pozitivne promjene kod grupe koja je provodila funkcionalni trening.

Stevens, V. K. i suradnici su (2006.) istražili aktivnost mišića trupa prilikom izvođenja tri vježbe izdržaja u mostu. 30 ispitanika (15 muških i 15 ženskih) su izvodili vježbe normalnog izdržaja u mostu, na lopti i unilateralnog izdržaja u mostu. Elektromiografijom su utvrdili da bez obzira na različite odnose rada trbušnih mišića, značajnu ulogu u radu imaju mišići donjeg dijela leđa, s ciljem kontrole i stabilizacije kralježnice u suradnji s mišićima trbuha.

Myers, J. B. i suradnici su (2005.) proveli istraživanje gdje su pokušali utvrditi koje vježbe s gumom, koje upotrebljavaju bejzbolaši u sklopu zagrijavanja, aktiviraju one mišiće koji im služe prilikom bacanja. Došli su do traženih spoznaja te otkrili koje vježbe dovoljno kvalitetno aktiviraju mišiće, a koji aktivno sudjeluju kod bacanja.

Wawrzyniak, J. R. i suradnici su (1996.) istraživali utjecaj unilateralne vježbe nožnog potiska. Prva je grupa radila nožni potisak do 90 stupnjeva, druga je grupa radila do 60 stupnjeva, dok je treća bila kontrolna. Zaključeno je da je prva grupa značajno poboljšala snagu kvadricepsa u ekscentričnoj i koncentričnoj fazi, dok je druga grupa poboljšala snagu samo u ekscentričnoj fazi. Također je ustanovljeno da nije došlo do značajnih promjena u funkcionalnim performansama niti u jednoj grupi.

Oliver i suradnici (2009.) istražuju efekte funkcionalnog balans treninga kod srednjoškolskih sportašica kao dodatak njihovom treningu. Sportašice su podijeljene u dvije grupe od kojih je

jedna provodila desetominutni program na balans ploči, a druga nije. Grupa koja je radila balans program pokazala je u završnom mjerenju značajne razlike u testovima čučnja na 1 nozi te testovima trbuha u 1 minuti. Autori smatraju da ovakav program pridonosi jačanju mišića cora te kao takav služi u preventivi.

Risberg i suradnici (2009.) prate dugoročne efekte dvaju različitih programa koja se provode nakon operacije prednjih križnih ligamenata. Jedna je grupa provodila neuromuskularni trening (funkcionalni trening), dok je druga grupa provodila tradicionalni trening vježbanja. Vidljivo je da u prvom mjerenju, koje je uslijedilo pola godine iza operacije, nije došlo do značajnih promjena. Međutim, ustanovljene su velike promjene nakon godinu do dvije, gdje je grupa koja je radila neuromuskularni trening pokazala bolju funkciju koljena i smanjenu bol prilikom napora te povećanu snagu mišića stražnje skupine natkoljenice.

Jönhagen i suradnici (2009.) istražuju utječe li izvođenje vježbe prednjeg iskoraka na snagu mišića natkoljenice te na performanse nogometaša. Eksperimentalna grupa je provodila kao dodatak nogometnom treningu i trening prednjeg iskoraka. Pokazalo se da je eksperimentalna grupa značajano poboljšala snagu u mišićima natkoljenice i brzinu trčanja.

Boudreau i suradnici (2009.) istražuju kolika je aktivacija mišića oko zgloba kuka prilikom funkcionalnih vježbi snage iskoraka, čučnja na 1 nozi te penjanja i prelaza preko. Autori dolaze do saznanja da u sve tri vježbe dolazi do progresivne aktivacije pripadajućih mišića te ih preporučuju prilikom jačanja donjih ekstremiteta.

Hibbs i suradnici (2008.) u svom radu iznose presjek istraživanja o tome koliko stabilnost i snaga trupa utječu na poboljšanje performansi sportaša. Autori navode da su istraživanja uglavnom provedena u fazi rehabilitacije ili u svakodnevnom životu, dok je u sportu provedeno jako malo istraživanja, unatoč preporukama trenera o njihovoj učinkovitosti. Svakako autori preporučuju funkcionalne vježbe snage u razvoju stabilnosti i snage trupa.

Sato i suradnici (2009.) pokušavaju utvrditi ima li trening snage trupa utjecaja na mehaniku trčanja, stabilnost donjih ekstremiteta i trčanja na 5000 metara kod trkača. Rezultati su pokazali da je pod utjecajem treninga snage trupa došlo do značajnih promjena u vremenu trčanja 5000 metara, ali da nije došlo do značajnih promjena na mehaniku trčanja i stabilnosti donjih ekstremiteta.

Cosio-Lima i suradnici (2003.) istražuju efekte različitih treninga na stabilnost trupa i balansa kod žena. Ispitanice su podijeljene u dvije grupe. Prva grupa radi vježbe na fizio-lopti, dok druga grupa radi te iste vježbe, ali na podu. Studija je pokazala značajne razlike u elektromijografiji prilikom ekstenzije i fleksije trupa, kao i u boljem balansu.

U trećem se dijelu dosadašnjih istraživanja pokušao dati presjek radova koji se bave raznim oblicima funkcionalnog treninga snage te njegovim utjecajem na različite performanse, kao i pojašnjenje na to koliki su efekti funkcionalnog treninga snage na balans i stabilnost sportaša.

## 4. CILJ ISTRAŽIVANJA

Osnovni je cilj ovog istraživanja utvrditi razliku između utjecaja dvaju programiranih kinezioloških tretmana odnosno tradicionalnog treninga snage i funkcionalnog treninga snage na kondicijska svojstva vježbača. Oba treninga provedena su tijekom pet tjedana i uključivala su 15 trenažnih jedinica.

Parcijalni ciljevi istraživanja su sljedeći:

- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u nekim morfološkim antropometrijskim mjerama vježbača,
- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama ravnoteže,
- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama eksplozivne snage tipa skočnosti,
- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama eksplozivne snage tipa bacanja,
- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama brzine trčanja,
- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama agilnosti i
- utvrditi apsolutni i diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama repetitivne snage.



## 5. HIPOTEZE

Hipoteze rada izvedene su prema parcijalnim ciljevima istraživanja.

H1: Postoji (H1a) apsolutni i (H1b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u nekim morfološkim antropometrijskim mjerama vježbača.

H2: Postoji (H2a) apsolutni i (H2b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama ravnoteže.

H3: Postoji (H3a) apsolutni i (H3b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama eksplozivne snage tipa skočnosti.

H4: Postoji (H4a) apsolutni i (H4b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama eksplozivne snage tipa bacanja.

H5: Postoji (H5a) apsolutni i (H5b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama brzine trčanja.

H6: Postoji (H6a) apsolutni i (H6b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama agilnosti.

H7: Postoji (H7a) apsolutni i (H7b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama repetitivne snage.

H8: Postoji (H8a) apsolutni i (H8b) diferencijalni utjecaj tradicionalnog te funkcionalnog treninga snage na promjene u mjerama izdržljivosti.

## 6. Metode rada

### 6. 1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika uključenih u ovo istraživanje činili su studenti Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu, treće godine studija koji pohađaju izbornu nastavu iz kolegija Osnovne kineziološke transformacije.

Ukupan uzorak sačinjavalo je 47 ispitanika. Svi ispitanici bili su muškarci, u dobi od 20 do 25 godina, klinički zdravi te su dobrovoljno sudjelovali u istraživanju.

Ukupan uzorak bio je podijeljen u tri skupine: kontrolna skupina (K; N = 16 ispitanika), skupinu koja je provodila funkcionalni trening (FT; N = 14) te skupinu koja je provodila tradicionalni trening snage (TT; N = 17).

### 6. 2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli sastojao se od 23 testa koji se mogu podijeliti na testove kojima je analiziran morfološko-antropometrijski status ispitanika i testove kondicijskih svojstava ispitanika.

Morfološke varijable analizirane u ovom istraživanju bile su:

- ATT – tjelesna težina,
- ATV – tjelesna visina,
- FAT% – postotak masnog tkiva u ukupnoj masi tijela,
- FAT KG – ukupna masa masnog tkiva,
- BMI – indeks tjelesne mase i
- LEAN – bezmasna masa tijela.

Kondicijska svojstva analizirana su sljedećim testovima:

Mjere ravnoteže:

- OIST – ukupan indeks održavanja ravnoteže i
- OI MAX – ukupan indeks uspostavljanja narušene ravnoteže pri izvođenju dinamičkog testa na nestabilnoj platformi.

Mjere eksplozivne snage tipa skočnosti:

- AIR TIME MAX – vrijeme u zraku,
- VERT J MAX – vertikalni skok,
- GROUND TIME MIN – vrijeme na tlu,
- AVG JUMP MAX – prosjek skoka i

- PWR FACT MAX – faktor snage.

Mjere agilnosti:

- AG 5-10-5 MIN – agilnost 5-10-5 i
- HEXAGON – test heksagon.

Mjere eksplozivne snage tipa bacanja:

- BAC MED ST MAX – bacanje medicine u stajanju i
- BAC MED LEZ MAX – bacanje medicine u ležanju.

Mjere brzine trčanja sprinta:

- SPRINT 10m MIN – sprint na 10 metara,
- SPRINT 1020m MIN – sprint na 10 do 20 metara i
- SPRINT 20m MIN – sprint na 20 metara.

Mjere izdržljivosti:

- YO-YO – yo-yo test izdržljivosti.

Mjere repetitivne snage:

- ZGIB – zgibovi s vlastitom težinom,
- BENC – bench press s 50% vlastite težine i
- TRBUH 60s – pregibi trupa u 60 sekundi.

## **Opis testova**

### **Morfološke varijable**

Tjelesna težina

Mjeri se decimalnom vagom s pomičnim utegom. Prije početka mjerenja vaga se postavlja u nulti položaj. Ispitanik stoji na vagi odjeven u sportsku uniformu bez tenisica s rukama opruženim uz tijelo.

Tjelesna visina Mjeri se antropometrom. Ispitanik stoji na ravnoj podlozi, težina je podjednako raspoređena na obje noge, pete su skupljene, ramena opuštена, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale (vodoravan položaj zamišljene linije koja spaja najvišu točku gornjeg uha lijevog vanjskog zvukovoda i najnižu točku donjeg ruba lijeve orbite.) Antropometar se postavlja vertikalno uz ispitanikova leđa tako da ih dotiče u

području sakruma i interskapularno. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave, čvrsto bez pritiska.

Bioelectrical impedance analysis (BIA) je metoda procjene sastava tijela. BIA zapravo određuje električne impedancije, odnosno protivljenje protoka električne struje kroz tijelo tkiva koji se potom može koristiti za izračunavanje procjene ukupne tjelesne vode (TBW). TBW se može koristiti za procjenu fat-free i tjelesne mase, prema razlici tjelesne mase i masnoće u tijelu.



Slika 8.

### **Mjere ravnoteže**

Indeksi ravnoteže mjerit će se na platformi za mjerenje statusa ravnoteže (Biodex Balance System SD™; Biodex medical Systems, NY, USA)(BBS)

Opći indeks ravnoteže(OI)

OI MAX – ukupni indeks uspostavljanja narušene ravnoteže pri izvođenju dinamičkog testa na nestabilnoj platformi.

Biodex Balance System SD jednostavna je i efikasna sprava za testiranje i vježbanje ravnoteže u statičkom i dinamičkom obliku. Jedinostvena i svestrana, uz 4 testna protokola, 6 vrsta vježbi, nudi i veliki ekran osjetljiv na dodir koji omogućava lakše izvođenje vježbi i testiranja, kao i mogućnost dokumentiranog praćenja napretka preko jedinstvenih protokola za neuro-mišićni tening.

Testira se rizik od pada, stanje gležnja i koljena, granice stabilnosti te stabilnost u zahtjevnim položajima. Što se tiče vježbi, služi za propriocetivne vježbe i vježbe stabilnosti, vježbe za amplitudu pokreta, kao i vježbe za pravilan prijenos tjelesne težine.

Opći indeks ravnoteže mjera je prosječnog tilta u stupnjevima u odnosu na centar platforme. Što je veća numerička vrijednost indeksa ravnoteže, to je veći varijabilitet od horizontalne pozicije, što ujedno pokazuje lošiju ukupnu stabilnost ispitanika na platformi. Test se izvodi bez sportske obuke. Ispitanik zauzme ugodnu poziciju stopala i tijela te se pokušava što duže stabilizirati, tj. održati u idealnoj poziciji. Ispitanik stoji u uspravnoj poziciji s rukama sa strane uz tijelo gledajući ravno ispred.



Slika 9.

### 6. 2. 1. Mjere eksplozivne snage tipa skočnosti

#### 1. JEDAN SKOK (dvije varijable: vrijeme provedeno u zraku i visina skoka)

Ovaj test eksplozivne snage nogu provodi se na „just jump platformi“. Zadatak je ispitanika izvesti jedan vertikalni skok što je moguće bolje tj. bez savijanja koljena u zraku. Test se ponavlja tri puta, a u razmatranje se uzima samo najbolji skok. Dok ispitanik izvodi test, mjeritelj očitava rezultate testa na ekranu koji je spojen na platformu. Mjeritelj na ekranu očitava dvije varijable (vrijeme provedeno u zraku i visinu skoka).

#### 2. ČETIRI SKOKA (tri varijable: vrijeme provedeno na tlu, faktor snage pri skoku i prosječni skok)

Također se ovaj test eksplozivne snage nogu provodi na „just jump platformi“. Zadatak je ispitanika izvesti četiri uzastopna vertikalna skoka prema istom principu kao i u prvom testu. Test se ponavlja tri puta, a u obradu se uzima najbolji rezultat. Mjeritelj u ovom testu s ekrana očitava tri varijable (vrijeme provedeno na tlu, faktor snage pri skoku i prosječni skok).



Slika 10.

## 6. 2. 2. Mjere eksplozivne snage tipa bacanja

### BACANJE MEDICINKE OD 1 KG STOJEĆI (daljina u centimetrima)

Ovaj se test eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa izvodi tako da ispitanik stoji u raskoračnom stavu i baca medicinku bez zaleta jednom rukom. Test se izvodi tri puta, a u obradu se uzima samo najbolji rezultat.



Slike 11. i 12.

### BACANJE MEDICINKE OD 2 KG LEŽEĆI (daljina u centimetrima)

Opis mjesta izvođenja:

Zadatak se izvodi na otvorenom prostoru ili u dvorani na ravnoj podlozi minimalnih dimenzija 25x3 metra. Strunjača je postavljena na sredini te je nanesena centimetarska mjerna skala. Nulta se točka nalazi iza strunjače i na tu se točku postavi medicinka od 2 kg.

Mjerna skala započinje na udaljenosti pet metara od nulte točke, a označi se dužim linijama tako da su jasno vidljivi puni metri te također i razmaci u centimetrima, označeni kraćim crtama.

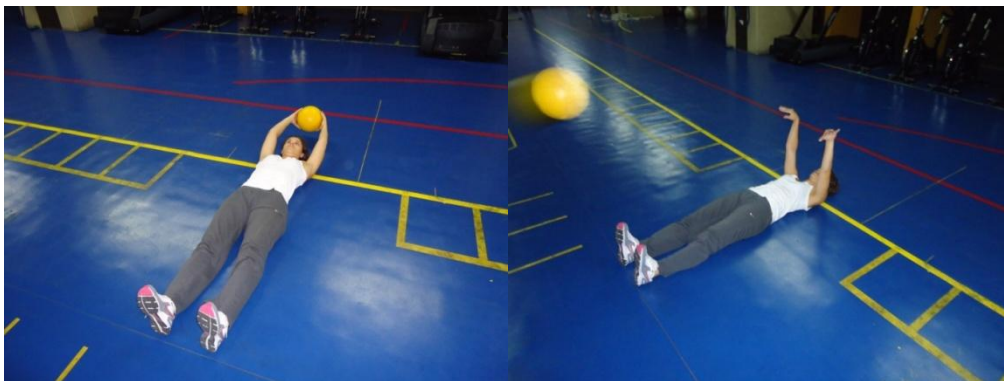
Zadatak:

Početni je stav da ispitanik legne na leđa na strunjaču, okrenut glavom prema medicinki, lagano raširenih i ispruženih nogu prema mjernoj skali. Iz tog ležećeg stava dohvati dlanovima i prstima medicinku te se namjesti tako da ruke budu potpuno ispružene, ne mijenjajući pritom položaj medicinke.

Izvođenje zadatka:

Iz početnog položaja, ispitanik baci medicinku što god jače može u pravcu mjerne skale, ne podižući pri tom glavu s podloge. Na taj način ispitanik izvede 3 bacanja za redom.

Zadatak je završen nakon što ispitanik ispravno baci tri puta medicinku.



Slike 13. i 14.

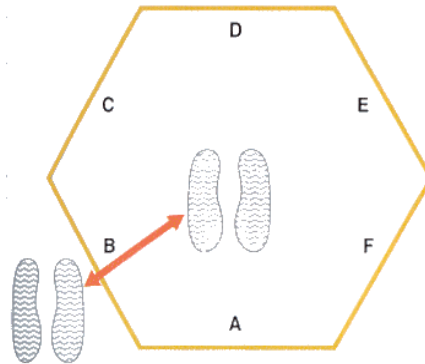
### 6. 2. 3. Mjere agilnosti

#### HEXAGON AGILITY TEST

Ovo je test sposobnosti za brzo kretanje uz održavanje ravnoteže. Označi se šesterokut (šest jednostranih oblika), dužina svake strane treba biti 24 inča (60,5 cm), a svaki kut treba iznositi 120 stupnjeva. Osoba koja se testira počinje objema nogama zajedno u sredini šesterokuta prema prednjoj liniji. Na naredbu „kreni“, vrši se skok naprijed preko linije, a onda natrag preko iste linije u sredinu šesterokuta. Nakon toga, nastavlja se skok u narednu

stranu i natrag u šesterokut. Nastavlja se ovim obrascem puna tri kruga izvoditi test u smjeru kazaljke na satu i obrnuto.

Bodovanje: rezultat sportaša je vrijeme potrebno da se izvedu puna tri kruga. Najbolji rezultat se zabilježi. Usporedba između oba smjera pokazat će postoje li bilo kakve nejednakosti između lijeve i desne strane.



Slika 15.

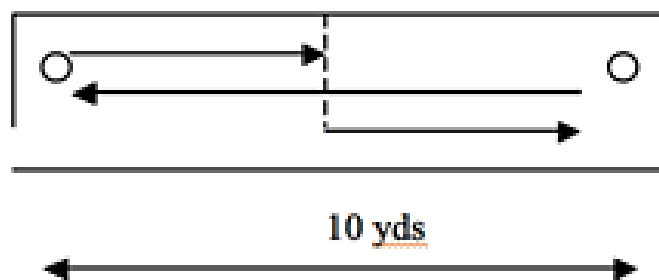


Slike 16. i 17.

#### AGILNOST 20 METARA (5-10-5):

Test se sastoji od staze dugačke 10 metara, na sredini staze je „just jump platform“ koja predstavlja start i na kraju cilj. Ispitanik starta sa sredine stojeći samo jednom nogom na platformi i trči u jednu stranu (5 m), pa mijenja smjer i trči u suprotnu stranu (10 m), zatim opet mijenja smijer i trči zadnjih 5 m gazeći opet na platformu koja registrira startno i ciljno vrijeme. Test se izvodi tri puta, a u obradu se uzima samo najbolje vrijeme.





Slika 18.



Slike 19. i 20.

#### 6. 2. 4. Mjere brzine trčanja sprinta

##### **SPRINT 10 m – visokim startom**

Opis mjesta izvođenja:

Test se izvodi na tvrdoj i ravnoj podlozi, u dvorani ili otvorenom prostoru, minimalnih dimenzija 30x20 metara. Na udaljenosti od 10 metara od startne linije postavljena je linija cilja. Obje linije su međusobno paralelne, a duge su 1.5 m. Dužina od 10 metara mjeri se tako da širina startne linije ulazi u mjeru od 10 metara, dok širina linije cilja ne ulazi. Na startnu i na ciljnu liniju postavljen je po jedan par fotočelija.

Zadatak:

Početni stav ispitanika je da stoji u položaju visokog starta iza startne linije.

Izvođenje zadatka:

Zadatak ispitanika je da nakon znaka „kreni” maksimalno brzo pređe prostor između dvije linije. Ispitanik ponavlja zadatak tri puta, s pauzom između svakog trčanja.

Položaj ispitivača:

Ispitivač stoji na liniji cilja, mjeri i registrira vrijeme koje se očitava na ekranu.

### **SPRINT 20 m – visokim startom**

Opis mjesta izvođenja:

Test se izvodi na tvrdoj i ravnoj podlozi, u dvorani ili otvorenom prostoru, minimalnih dimenzija 30x20 metara. Na udaljenosti od 20 metara od startne linije postavljena je linija cilja. Obje linije su međusobno paralelne, a duge su 1.5 m. Dužina od 20 metara mjeri se tako da širina startne linije ulazi u mjeru od 20 metara, dok širina linije cilja ne ulazi. Na startnu i na ciljnu liniju postavljen je po jedan par fotočelija.

Zadatak:

Početni stav ispitanika je da stoji u položaju visokog starta iza startne linije.

Izvođenje zadatka:

Zadatak ispitanika je da nakon znaka „kreni” maksimalno brzo pređe prostor između dvije linije. Ispitanik ponavlja zadatak tri puta, s pauzom između svakog trčanja.

Položaj ispitivača:

Ispitivač stoji na liniji cilja, mjeri i registrira vrijeme.

### **SPRINT 10 m – 20 m**

Opis mjesta izvođenja:

Test se izvodi na tvrdoj i ravnoj podlozi, u dvorani ili otvorenom prostoru, minimalnih dimenzija 30x20 metara. Na udaljenosti od 10 metara od startne linije postavljen je prvi par fotočelija. Na udaljenosti od 20 metara od startne linije postavljen je drugi par fotočelija. Obje linije su međusobno paralelne, a duge su 1.5 m. Dužina od 10 metara mjeri se tako da širina prve linije ulazi u mjeru, dok širina linije cilja ne ulazi.

Zadatak:

Početni stav je da ispitanik stoji u položaju visokog starta iza startne linije.

Izvođenje zadatka:

Zadatak ispitanika je da nakon znaka „kreni” maksimalno brzo pređe prostor između dva para fotočelija međusobno razmaknutih 10 metara. Prvih 10 metara služi ispitaniku da maksimalno ubrza. Ispitanik ponavlja zadatak tri puta, s pauzom između svakog trčanja.

Položaj ispitivača:

Ispitivač stoji na liniji cilja, mjeri i registrira vrijeme.

## 6. 2. 5. Mjere izdržljivosti

### YO-YO INTERVAL RECOVERY TEST LEVEL 1

Yo-Yo intervalni testovi slični su Yo-Yo Endurance Testu. U intervalima rada sudionici imaju kratki aktivni odmor (5 i 10 sekundi). Postoje dvije verzije svakog Yo-Yo intervalnog testa, za početnike i napredne tj. razina 1 i razina 2.

Svrha: test ocjenjuje sposobnost pojedinca da uzastopno obavlja intervalno trčanje tijekom duljeg vremenskog razdoblja. Posebno je pogodno za sportaše koji treniraju tenis, rukomet, košarku, nogomet ili slične sportove.

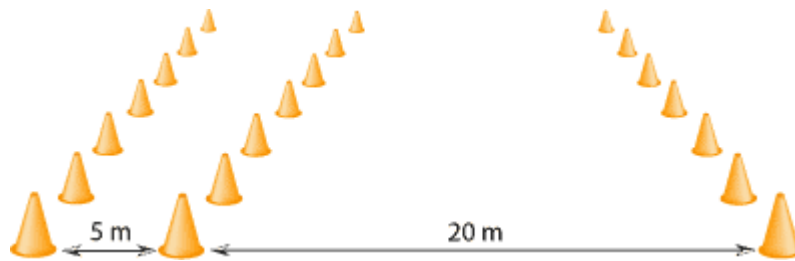
Opis: Koristite čunjeve za obilježiti tri linije kao na dijagramu ispod, 20 metara i 5 metara (recovery test). Ispitanik počinje trčanje 20 m kada čuje bip sa CD-a, trči 20 metara, gdje čuje bip te se vraća natrag na početnu liniju koju mora protrčati do sljedećeg signala. Nakon toga slijedi aktivni odmor od 10 sekundi. Za to vrijeme ispitanik mora obići čunj koji je udaljen 5 metara od startne linije te na sljedeći zvučni signal ponovo započeti trčanje.

Varijacije testa: postoje dvije razine testa: Yo-Yo Intervalna razina 1 Recovery (Yo-Yo IR1) test (dizajniran za manje trenirane pojedince) i Yo-Yo Recovery Intervalna razina 2 (Yo-Yo IR2) test (usmjeren za dobro obučene i elitne sportaše). Oba testa imaju povećanje brzine tijekom testa. U našem istraživanju koristit ćemo se prvom razinom (Yo-Yo IR1).

Bodovanje: rezultat je ukupna udaljenost pretrčana prije nego što nisu bili u stanju držati korak sa zvučnim signalima.

Formula za procjenu max VO<sub>2</sub> (ml/min/kg) za Yo-Yo IR2 (Bangsbo et al. 2008.):

$$VO_{2max} = IR2 \text{ udaljenost u metrima} \times 0,0136 + 45,3$$

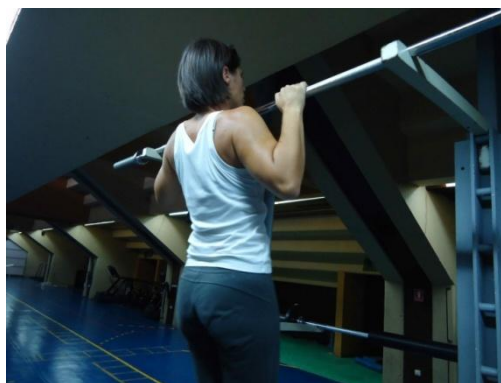


Slika 21.

## 6. 2. 6. Mjere repetitivne snage

### ZGIBOVI

Ovaj test repetitivne snage je vrlo jednostavan, a cilj ispitanika je da napravi što više zgibova nathvatom. Ispitanik se za preču uhvati nathvatom s potpuno ekstenziranim rukama. U toj poziciji ispitanik ne bi smio ostvarivati kontakt s podlogom. Iz navedene startne pozicije ispitanik se podiže sve dok mu brada ne prijeđe iznad preče, nakon čega se kontroliranim pokretom vraća u početnu poziciju. S izvedbom se testa završava kada ispitanik ostvari vlastiti maksimum.



Slika 22.

### BENCH PRESS TEST

Ispitanik se mora propisno zagrijati s laganom do srednjom težinom s 5 – 10 ponavljanja u seriji. Nakon toga slijedi pauza od 1 do 3 min pa dvije malo teže serije od 2 do 5 ponavljanja sa pauzom od 2 minute između serija. Ispitanik bi tada trebao napraviti pauzu od 2 do 4 minute te krenuti s testiranjem.

S odabranom težinom ispitanici izvode maksimalan broj ponavljanja. Muškarci rade s 80% tjelesne težine.

TRBUŠNJACI 60 sec

Opis testa:

Početni položaj je ležeći leđima na podu, rukama iza glave. Ispitanik podiže trup gore do sjedećeg položaja te spušta dok mu lopatice ne dotaknu podlogu. Cilj testa je napraviti što više podizanja trupa (trbušnjaka) u jednoj minuti.

### **6. 3. Metode obrade podataka**

Za obradu podataka koristit će se program STATISTICA 7.0.

#### **6. 3. 1. Metrijske karakteristike testova**

Prva faza obrade rezultata uključivat će analizu metrijskih karakteristika primijenjenih testova. Analizirat će se pouzdanost, homogenost i osjetljivost testova.

Pouzdanost će se provjeriti izračunavanjem Cronbach Alpha koeficijenta i koeficijenta prosječne inter-item korelacije. Prihvatit će se svi mjerni instrumenti kojima Cronbach Alpha bude veća ili jednaka 0,75; uz koeficijent inter-item korelacije od minimalno 0,60.

Homogenost će se analizirati primjenom analize varijance kojom će se utvrditi eventualne sistematske promjene od čestice do čestice mjerenja. Ukoliko analiza varijance pokaže statističku značajnost, testovi će se dodatno diskutirati. U prvom redu homogenost testova izračunat će se kako bi se adekvatno kondenziralo rezultate mjerenja (kao prosjek čestica ili najbolji postignuti rezultat).

Osjetljivost testova analizirat će se kroz distribucije rezultata Kolmogorov Smirnovljevim testom normaliteta. Međutim, treba naglasiti da su testovi apriori svojim teoretskim rasponom rezultata smatrani intervalnima (svi testovi su imali vrlo veliki teoretski raspon rezultata), pa je definiranje osjetljivosti korišteno samo kako bi se eventualna značajna odstupanja od teoretski normalnih distribucija mogla koristiti u diskusiji rezultata<sup>1</sup>.

Ostale metrijske karakteristike (prvenstveno faktorska i pragmatička valjanost) u radu nisu analizirane jer za tim nije bilo potrebe. Konkretno, faktorsku se valjanost nije utvrđivala jer

---

<sup>1</sup> Primjerice, izraženo veliki broj naglašeno dobrih ili loših postignuća na testu; prevelika osjetljivost i sl.

su varijable obrađivane univarijatno te latentne dimenzije nije bilo potrebno definirati. Pragmatička valjanost nije bila cilj rada, ali se može reći kako je posredno utvrđena analizama efekata tretmana.

### **6. 3. 2. Analiza efekata tretmana**

Apsolutni efekti tretmana analizirat će se primjenom t-testa za zavisne uzorke, a diferencijalni efekti tretmana primjenom višefaktorske analize varijance za ponovljena mjerenja.

T-testom za zavisne uzorke analizirat će se promjene u svakoj od analiziranih varijabli od inicijalnog do finalnog mjerenja. Ova će se statistička procedura primijeniti za svaku pojedinu varijablu u svakoj pojedinoj grupi (K; FT; TT).

Višefaktorska analiza varijance za ponovljena mjerenja uključivat će analizu tri grupe kroz dva mjerenja (3x2). Ovom procedurom dobit će se podatci o diferencijalnim efektima tretmana uz kontrolu inicijalnih razlika među grupama.

Primijenit će se razina značajnosti od 95% ( $P < 0.05$ ).

### **6. 4. Eksperimentalni plan**

Ovaj eksperiment se odvijao u tri faze.

U prvoj fazi se pristupilo inicijalnom testiranju te podjeli studenata na tri grupe slučajnim odabirom. Prva grupa je provodila klasični trening snage, druga grupa funkcionalni trening snage, dok je treća grupa bila kontrolna.

U drugoj fazi ovog eksperimenta se provodio trenažni postupak u trajanju od pet tjedana. Provodilo se tri treninga tjedno. Svaki se trening sastojao od desetominutnog zagrijavanja, četiri vježbe snage, svaka po tri serije s deset ponavljanja. Zatim bi uslijedilo deset minuta vježbi jačanja trupa, tj. trbuha i donjeg dijela leđa odnosno vježbe stabilizacije. Na kraju treninga bi se provodilo istezanje.

Svaka grupa je provodila trening A i trening B naizmjenično.

Bitno je napomenuti da bi se volumen opterećenja „baždario“ nultim serijama u kojima bi se za svaku pojedinu vježbu i za svakog ispitanika utvrdila težina opterećenja koja bi bila dostatna da se prilikom zadnja dva ponavljanja dođe do otkaza. Pri odabiru vježbi za ovaj eksperiment vodilo se računa da budu zastupljene sve mišićne regije kao i da bude zadovoljen princip jednakosti vježbi tj. da su vježbe u oba programa gotovo jednake odnosno jako slične.

## Trening A

	TRADICIONALNI	FUNKCIONALNI
1.	čučanj sa šipkom	čučanj 1 noge na sanduku
2.	veslanje u pretklonu sa šipkom	kontrazgibovi na TRX-u
3.	bench press	sklekovi na TRX-u
4.	nožna fleksija na mašini	power wheel fleksija potkoljenice

## Trening B

	TRADICIONALNI	FUNKCIONALNI
1.	iskoraci sa šipkom	iskoraci na Flow in-u
2.	mrtvo vučenje	jedna noga – mrtvo vučenje
3.	privlačenje na Lat-mašini	zglobovi s gumom
4.	nožna ekstenzija na mašini	čučnjevi sTRX-om

Konkretni treninzi s prikazom vježbi priloženi su disertaciji (vidjeti Prilog).

### Testiranje:

Inicijalno testiranje završeno je dva dana prije početka trenažnog postupka i to narednim redoslijedom:

- 1) morfološke mjere, mjere ravnoteže, izdržljivost – 1 DAN,
- 2) skokovi, bacanja, sprint, agilnost – 2 DAN i
- 3) repetitivna snage – 3 DAN.

Finalno testiranje provedeno je dva-tri dana nakon završenog trenažnog postupka.

Kontrolna skupina testirana je u razmaku od 20 dana.

Treća faza uključivat će obradu rezultata.

## 7. REZULTATI

U poglavlju rezultati prikazani su i kratko interpretirani rezultati statističkih obrada.



U posebnom poglavlju prikazani su rezultati statističkih procedura kojima su analizirane metrijske karakteristike testova, a posebno su prikazani rezultati statističkih procedura kojima su analizirani efekti tretmana.

### **7. 1. Metrijske karakteristika višestrukih mjernih instrumenata**

U daljnjim tablicama prikazani su rezultati pouzdanosti i stabilnosti (homogenosti) višestrukih mjernih instrumenata korištenih u ovom radu. Treba napomenuti kako su metrijske karakteristike testova rađene samo na ispitanicima koji su provodili eksperimentalne programe funkcionalnog i tradicionalnog treninga snage. Dakle, u analize pouzdanosti nisu uključeni ispitanici koji su korišteni kao kontrolna grupa. Međutim, autor je mišljenja da ovaj pristup nije bitno poremetio zaključke koji su doneseni.

Tablica 1. Analiza pouzdanosti i homogenosti za varijablu - indeks ravnoteže (OI DIN).

	AS	MIN	MAX	SD	Alpha	Ilr	ANOVA F
OI1 DIN	21.34	11.00	21.34	11.00	0.86	0.69	6.7*
OI2 DIN	22.47	8.91	22.47	8.91			
OI3 DIN	25.60	14.00	25.60	14.00			
OI MAX	27.19	16.00	27.19	16.00	1.1.1	1.1.2	1.1.3

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; MIN – minimalni rezultat; MAX – maksimalni rezultat; SD – standardna devijacija; Alpha – Cronbach Alpha; Ilr – prosječni koeficijent interkorelacije; ANOVA F – vrijednost F testa između tri čestice mjerenja; \* – označava značajni koeficijent.

U tablici 1 prikazani su parametri pouzdanosti za opći indeks održavanja ravnoteže. S obzirom da se radi o testu ravnoteže, radi se o relativno visokoj pouzdanosti koja je u većoj mjeri određena parametrom Cronbach Alphe, a nešto manjim parametrom inter-item korelacije.

Homogenost (stabilnost) testa nije visoka pa se primjećuje značajno razlikovanje rezultata od čestice do čestice. Dakle, test se u određenoj mjeri uči pa je kao konačni rezultat testa uzeta vrijednost maksimalnog postignutog rezultata za svakog ispitanika.

Tablica 2.

Analiza pouzdanosti i homogenosti za parametre vertikalne skočnosti: vrijeme u zraku (AIR TIME), visina vertikalnog skoka (VERT. JUMP), vrijeme kontakta s podlogom (GROUND TIME), prosjek četiri sukcesivna skoka (AVG JUMP) i faktor snage (PWR FAC).

	AS	MIN	MAX	SD	Alpha	Ilr	ANOVA F
AIR TIME 1	0.59	0.51	0.69	0.05	0.96	0.91	0.78
AIR TIME 2	0.59	0.54	0.71	0.04			
AIR TIME 3	0.59	0.54	0.70	0.04			
AIR TIME MAX	0.60	0.55	0.71	0.04	1.1.4	1.1.5	1.1.6
					1.1.7	1.1.8	1.1.9
VERT. JUMP 1	41.99	1.60	58.93	10.95	0.98	0.97	0.23
VERT. JUMP 2	42.32	1.73	62.48	10.21			
VERT. JUMP 3	42.09	1.70	60.96	10.13			
VERT J MAX	43.66	1.73	62.48	10.54	1.1.10	1.1.11	1.1.12
					1.1.13	1.1.14	1.1.15
GROUND TIME 1	0.67	0.31	1.09	0.21	0.92	0.86	3.90*
GROUND TIME 2	0.62	0.29	0.86	0.16			
GROUND TIME 3	0.61	0.28	0.82	0.15			
GROUND TIME MIN	0.58	0.28	0.77	0.14	1.1.16	1.1.17	1.1.18
					1.1.19	1.1.20	1.1.21
AVG. JUMP 1	40.72	29.67	50.55	6.07	0.97	0.94	1.94
AVG. JUMP 2	40.23	26.90	49.78	6.27			
AVG. JUMP 3	41.02	26.16	50.55	5.51			
AVG JUMP MAX	42.01	29.67	50.55	5.46			
					1.1.22	1.1.23	1.1.24
PWR FAC 1	0.96	0.55	1.81	0.35	0.97	0.94	3.01
PWR FAC 2	1.00	0.58	2.00	0.36			
PWR FAC 3	1.02	0.73	2.09	0.37			
PWR FAC MAX	1.07	0.74	2.09	0.36			

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; MIN – minimalni rezultat; MAX – maksimalni rezultat; SD – standardna devijacija; Alpha – Cronbach Alpha; Ilr – prosječni koeficijent interkorelacije; ANOVA F – vrijednost F testa između tri čestice mjerenja; \* – označava značajni koeficijent.

U tablici 2 prikazani su parametri pouzdanosti mjera vertikalne skočnosti. Radi lakše komparacije, sve varijable koje opisuju ovu manifestaciju prikazane su u istoj tablici.

Jedan od parametara koji su analizirani u testu skoka u vis jest i vrijeme koje je provedeno u zraku (AIR TIME). Pouzdanost ovog testa je visoka, i to promatrajući kroz oba parametra koja su analizirana u ovom radu. Analiza stabilnosti testiranja pokazala je zadovoljavajuće rezultate, ali je kao konačni rezultat u testu uzet maksimalni rezultat jer se radi o testu eksplozivne snage što je dimenzija kod koje se kod testiranja ne može postići slučajno dobar rezultat (više u diskusiji rezultata).

I u drugom parametru eksplozivne snage koji je analiziran u ovom testu dobiveni su vrlo slični pokazatelji pouzdanosti što je bilo i za očekivati s obzirom na prethodno analizirane pokazatelje.

Homogenost testa je dobra, ali je opet kao konačni rezultat uzet najbolji rezultat u testiranju za svakog pojedinca.

U tablici 2 prikazani su i rezultati pouzdanosti i stabilnost za još jedan parametar testiranja eksplozivne snage tipa skočnosti, a radi se o pokazatelju vremena kontakta i oslonca s podlogom. Pokazatelji pouzdanosti su visoki što ukazuje na dobru pouzdanost ovog testa. Stabilnost testa je preispitana analizom varijance između čestica, te mjerenja ukazuju na blagi trend poboljšanja rezultata. Konačni rezultat za svakog ispitanika dobiven je kao najbolji rezultat sva tri mjerenja za svakog ispitanika.

Pouzdanost ponovljenog testiranja skočnosti (četiri skoka) i izračunatog prosjeka skoka također je vrlo visoka. Analiza varijance nije ukazala na značajna odstupanja čestica mjerenja pa se može smatrati kako je test visoko stabilan. Rezultati su kondenzirani kroz maksimalni rezultat za svakog ispitanika.

Faktor snage pri testiranju četiri uzastopna skoka u vis kao parametar izvedbe ima visoku pouzdanost. Analiza varijance nije ukazala na značajne razlike među česticama testa. Kao konačni rezultat uzet je najbolji rezultat za svakog pojedinca.

Tablica 3.  
 Analiza pouzdanosti i homogenosti za varijable agilnosti: agilnost 5-10-5 (AG 5-10-5),  
 heksagon test (HEX).

	AS	MIN	MAX	SD	Alpha	Ilr	ANOVA F
AG 5-10-5 1	5.40	4.88	6.24	0.47	0.92	0.86	18.12*
AG 5-10-5 2	5.21	4.65	5.97	0.36			
AG 5-10-5 3	5.10	4.61	5.71	0.34			
AG 5-10-5 MIN	5.07	4.61	5.71	0.31	1.1.25	1.1.26	1.1.27
					1.1.28	1.1.29	1.1.30
HEX 1	13.58	10.21	16.09	1.70	0.66	0.41	1.1.31
HEX 2	13.02	10.75	16.82	1.51			
HEX 3	12.10	9.21	16.18	1.37			

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; MIN – minimalni rezultat; MAX – maksimalni rezultat; SD – standardna devijacija; Alpha – Cronbach Alpha; Ilr – prosječni koeficijent interkorelacije; ANOVA F – vrijednost F testa između tri čestice mjerenja; \* – označava značajni koeficijent.

U tablici 3 prikazani su parametri pouzdanosti homogenosti za testove agilnosti koji su korišteni u ovom istraživanju.

Analiza pouzdanosti za varijablu AG 5-10-5 ukazuje na visoku pouzdanost testiranja na ovom testu i to tako promatrajući kroz test Cronbach Alphe i kroz prosječnu inter-item korelaciju. Analiza stabilnosti pokazala je kako postoji značajno odstupanje od čestice do čestice mjerenja s trendom poboljšanja rezultata. Kao konačni rezultat uzet je najbolji (minimalni) rezultat za svakog ispitanika.

Test hexagon nije zadovoljio po pitanju pouzdanosti testiranja. Cronbach Alpha, niti prosječni koeficijent korelacije nisu dovoljno visoki pa je jasno kako test nije pouzdan i neće ga se koristiti u ovom radu. Stoga ni konačni rezultat nije izračunavan niti prikazan u tablici. O mogućim razlozima za ovakvu pojavu diskutirat će se naknadno kada se budu raspravljali parametri metrijskih karakteristika za sve primijenjene testove.

Tablica 4.

Analiza pouzdanosti i homogenosti za varijable eksplozivne snage tipa bacanja: bacanje medicinke u stajanju (BAC MED ST) i bacanje medicinke iz ležanja (BAC MED LEZ).

	AS	MIN	MAX	SD	Alpha	Ilr	ANOVA F
BAC MED ST 1	23.72	13.94	33.00	4.58	0.95	0.87	2.89
BAC MED ST 2	23.72	13.46	33.40	4.29			
BAC MED ST 3	24.67	14.95	31.90	4.13			
BAC MED ST MAX	25.45	15.54	33.40	4.47	1.1.32	1.1.33	1.1.34
					1.1.35	1.1.36	1.1.37
BAC MED LEZ 1	9.43	5.10	12.30	1.54	0.98	0.95	2.61
BAC MED LEZ 2	9.58	5.86	12.15	1.55			
BAC MED LEZ 3	9.63	5.10	12.85	1.60			
BAC MED LEZ MAX	9.84	6.06	12.85	1.54	1.1.38	1.1.39	1.1.40

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; MIN – minimalni rezultat; MAX – maksimalni rezultat; SD – standardna devijacija; Alpha – Cronbach Alpha; Ilr – prosječni koeficijent interkorelacije; ANOVA F – vrijednost F testa između tri čestice mjerenja; \* – označava značajni koeficijent.

Pouzdanost mjerenja pri testiranju eksplozivne snage tipa izbačaja testom bacanje medicinke u stajanju zadovoljava. Pokazatelji homogenosti testa (stabilnosti) također su zadovoljavajući te analiza varijance nije ukazala na začajne razlike u česticama testa. S obzirom na to da je ipak primjetan blagi trend poboljšanja rezultata, rezultati su kondenzirani kroz najbolje postignuće svakog ispitanika (maksimalni rezultat).

I drugi test eksplozivne snage tipa bacanja – bacanje medicinke iz ležanja zadovoljava svojom pouzdanošću. Stabilnost testa je također dobra. Međutim, kako se radi o testiranju eksplozivne snage, a kao i u prethodnom testu, primjetan je blagi trend poboljšanja rezultata iz čestice u česticu, rezultati su kondenzirani kroz najbolji rezultat svakog pojedinca.

Tablica 5.

Analiza pouzdanosti i homogenosti za varijable brzine trčanja: sprint 10 metara (SPRINT 10 m), sprint 10 – 20 metara (SPRINT 10 – 20 m) i sprint 20 metara (SPRINT 20 m).

	AS	MIN	MAX	SD	Alpha	Ilr	ANOVA F
SPRINT 10m 1	2.00	1.85	2.95	0.22	0.91	0.86	0.49
SPRINT 10m 2	1.98	1.81	2.29	0.13			
SPRINT 10m 3	1.98	1.79	2.28	0.13			
SPRINT 10m MIN	1.95	1.79	2.28	0.12	1.1.41	1.1.42	1.1.43
					1.1.44	1.1.45	1.1.46
SPRINT 10-20m 1	1.43	1.25	1.70	0.13	0.95	0.87	1.61
SPRINT 10-20m 2	1.43	1.27	1.71	0.14			
SPRINT 10-20m 3	1.41	1.27	1.71	0.14			
SPRINT 10-20m MIN	1.38	1.25	1.70	0.13	1.1.47	1.1.48	1.1.49
					1.1.50	1.1.51	1.1.52
SPRINT 20m 1	3.43	3.13	4.65	0.32	0.96	0.89	1.11
SPRINT 20m 2	3.41	3.10	4.00	0.26			
SPRINT 20m 3	3.39	3.09	3.98	0.27			
SPRINT 20m MIN	3.35	3.09	3.98	0.24	1.1.53	1.1.54	1.1.55

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; MIN – minimalni rezultat; MAX – maksimalni rezultat; SD – standardna devijacija; Alpha – Cronbach Alpha; Ilr – prosječni koeficijent interkorelacije; ANOVA F – vrijednost F testa između tri čestice mjerenja; \* – označava značajni koeficijent.

Pouzdanost pri testiranju brzine trčanja na 10 metara iz visokog starta zadovoljava i to po pitanju oba parametra koja su upotrijebljena u ovom radu. Stabilnost testiranja je također dobra te se vidi kako nema značajnih odstupanja od čestice do čestice mjerenja. Kao konačni rezultat korišten je najbolji rezultat za svakog ispitanika.

Testiranje brzine trčanja između 10 i 20 metara ima zadovoljavajuću pouzdanost po pitanju oba koeficijenta korištena u ovom radu. Stabilnost testa je također zadovoljavajuća i konačni rezultat se izrazio kao najbolji rezultat tri čestice mjerenja za svakog ispitanika.

Kao što se moglo očekivati, pouzdanost testiranja brzine trčanja na 20 metara je zadovoljavajuća.

Stabilnost testa pokazuje da nema značajnih odstupanja od čestice do čestice. Rezultat je kondenziran kroz najbolji (minimalni) rezultat za svakog ispitanika.

## **7. 2. Deskriptivna statistika i analiza promjena između mjerenja**

U ovom dijelu prikazani su kratko interpretirani rezultati deskriptivne statistike (aritmetičke sredine i standardne devijacije) i analiza promjena za pojedine varijable od inicijalnog do finalnog testiranja. U poglavlju se ne diskutiraju rezultati, već je to ostavljeno za naredno poglavlje.

Rezultate se pokušalo maksimalno kondenzirati tako da je u tablicama korišten skraćeni prikaz značajnosti analiza razlika između mjerenja. Naime, preciznija analiza efekata tretmana ostavljena je za posebno poglavlje, u kojem je primijenjena adekvatna metodološka procedura za utvrđivanje efekata tretmana.

Tablica 6.

Deskriptivna statistika za morfološke varijable i analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – FUNKCIONALNI TRENING.

FUNKCIONALNI	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
ATT	78.89±12.32	79.29±13.18
ATV	179.69±6.39	180.89±6.20
FAT %	14.12±3.32	15.13±3.95
FAT KG	11.46±5.07	12.30±5.63
BMI	24.38±3.44	24.33±3.76
LEAN	67.41±7.55	66.99±8.11

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; ATT – tjelesna težina; ATV – tjelesna visina; FAT% - postotak masnog tkiva u ukupnoj masi tijela; FAT KG – ukupna masa masnog tkiva; BMI – indeks tjelesna mase; LEAN – bezmasna masa tijela.

U tablici 6 prikazani su rezultati deskriptivne statistike za morfološke varijable kod grupe koja je provodila funkcionalni trening. Premda postoje minimalne razlike u numeričkim vrijednostima analiziranih varijabli, niti jedan parametar t-testa nije statistički značajan pa se može kazati da nije došlo do značajnih promjena u morfološkim varijablama pod utjecajem tretmana funkcionalnog treninga snage.



Tablica 7.

Deskriptivna statistika za varijable ravnoteže i eksplozivne snage i analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – FUNKCIONALNI TRENING.

FUNKCIONALNI	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
OI ST	1.72±0.66	1.99±1.12
OI MAX	26.04±6.71	26.51±5.42
AIR TIME MAX	0.59±0.03	0.61±0.03
VERT J MAX	42.99±4.49	45.64±50.80
GROUND TIME MIN	0.52±0.16	0.51±0.18
AVG JUMP MAX	40.89.4.36	41.02±5.09
PWR FACT MAX	1.22±0.46	1.25±0.46

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; OI ST – ukupni indeks održavanja ravnoteže; OI MAX – ukupni indeks uspostavljanja narušene ravnoteže pri izvođenju dinamičkog testa na nestabilnoj platformi; AIR TIME MAX – vrijeme u zraku; VERT J MAX – vertikalni skok; GROUND TIME MIN – vrijeme tlu; AVG JUMP MAX – prosjek skoka; PWR FACT MAX – faktor snage.

Ni u varijablama ravnoteže i eksplozivne snage nisu zabilježene značajne promjene u periodu od inicijalnog do finalnog mjerenja. Stoga se može ustvrditi kako nije došlo do značajnih promjena u ovim parametrima motoričkog statusa.

Tablica 8.

Deskriptivna statistika za varijable agilnosti, apsolutne eksplozivne snage, brzine, repetitivne snage i anaerobne izdržljivosti te analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – FUNKCIONALNI TRENING.

FUNKCIONALNI	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
AG 5-10-5 MIN	4.91±0.32	4.92±0.36
BAC MED ST MAX	25.32±4.63	26.68±5.40
BAC MED LEZ MAX	9.73±1.52	10.07±1.51
SPRINT 10m MIN	1.92±0.13	2.00±0.15
SPRINT 10-20m MIN	1.35±0.12	1.38±0.11
SPRINT 20m MIN	3.29±0.24	3.39±0.26*
YO-YO	1275.54±442.79	1747.75±498.35*
ZGIB	11.17±6.35	14.35±8.28*
BENCH	11.01±7.86	15.34±10.16*
TRBUH 60s	46.93±6.83	49.07±11.44

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; AG 5-10-5 MIN – agilnost 5-10-5; BAC MED ST MAX – bacanje medicine u stajanju; BAC MED LEZ MAX – bacanje medicine u ležanju; SPRINT 10m MIN – sprint na 10 metara; SPRINT 10-20m MIN – sprint 10 do 20 metara; SPRINT 20m MIN – sprint na 20 metara; YO-YO – yo-yo test izdržljivosti; ZGIB – zgibovi s vlastitom težinom; BENCH – bench press sa 50% vlastite težine; TRBUH 60s – PREGIBI TRUPA U 60 SEKUNDI; \* – označava značajne razlike između mjerenja.

Grupa koja je provodila funkcionalni trening značajno je unaprijedila rezultat u testu YO-YO. Međutim, u testu trčanja na 10 metara primjetan je pad rezultata od inicijalnog do finalnog testiranja. Grupa je značajno unaprijedila rezultat u testu snage bench pressa.

Tablica 9.

Deskriptivna statistika za morfološke varijable i analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – TRADICIONALNI TRENING.

TRADICIONALNI	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
ATT	82.42±12.92	82.19±13.05
ATV	185.00±10.58	185.02±10.93
FAT %	17.01±4.34	15.76±3.61
FAT KG	14.14±4.37	13.21±4.35
BMI	23.90±2.43	23.94±2.36
LEAN	68.29±10.62	69.21±10.40

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; ATT – tjelesna težina; ATV – tjelesna visina; FAT% - postotak masnog tkiva u ukupnoj masi tijela; FAT KG – ukupna masa masnog tkiva; BMI – indeks tjelesne mase; LEAN – bezmasna masa tijela.

U tablici 9 prikazani su rezultati deskriptivnih parametara za morfološke varijable u inicijalnom i finalnom mjerenju kod grupe koja je provodila tradicionalni trening snage. Morfološke varijable nisu se značajno promijenile ni kod ove grupe premda su primjetne minimalne numeričke razlike u pojedinim parametrima (pad količine i postotka tjelesne masti primjerice). O mogućim razlozima će se raspravljati naknadno.

Tablica 10.

Deskriptivna statistika za varijable ravnoteže i eksplozivne snage i analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – TRADICIONALNI TRENING.

TRADICIONALNI	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
OI ST	2.06±0.81	1.74±0.83
OI MAX	28.27±5.91	28.93±8.24
AIR TIME MAX	0.61±0.05	0.62±0.05
VERT J MAX	46.93±7.27	47.64±7.49
GROUND TIME MIN	0.64±0.10	0.50±0.15*
AVG JUMP MAX	42.88±6.22	42.11±7.27
PWR FACT MAX	0.95±0.21	1.22±0.35*

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; OI ST – ukupni indeks održavanja ravnoteže; OI MAX – ukupni indeks uspostavljanja narušene ravnoteže pri izvođenju dinamičkog testa na nestabilnoj platformi; AIR TIME MAX – vrijeme u zraku; VERT J MAX – vertikalni skok; GROUND TIME MIN – vrijeme kontakta sa tlom; AVG JUMP MAX – prosjek skoka; PWR FACT MAX – faktor snage; \* – označava značajne razlike između mjerenja.

Grupa koja je provodila tradicionalne trening snage od inicijalnog do finalnog mjerenja unaprijedila je rezultate u dva parametra eksplozivne snage i to vremenu kontakta s tlom (GROUND TIME MIN) i faktoru snage (PWR FACT MAX). U mjerama ravnoteže i drugim parametrima eksplozivne snage tipa skočnosti nisu zabilježene značajne promjene od inicijalnog do finalnog mjerenja.

Tablica 11.

Deskriptivna statistika za varijable agilnosti, apsolutne eksplozivne snage, brzine, repetitivne snage i anaerobne izdržljivosti te analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – TRADICIONALNI TRENING.

TRADICIONALNI	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
AG 5-10-5 MIN	5.18±0.26	5.18±0.29
BAC MED ST MAX	25.55±4.51	24.47±6.28
BAC MED LEZ MAX	9.93±1.59	10.47±1.79*
SPRINT 10m MIN	1.98±0.12	2.00±0.12
SPRINT 10-20m MIN	1.40±0.13	1.37±0.14
SPRINT 20m MIN	3.39±0.24	3.37±0.24
YO-YO	933.28±341.13	1154.56±449.81*
ZGIB	9.79±3.72	9.72±3.29
BENCH	12.05±6.19	11.39±5.69
TRBUH 60s	46.51±5.26	48.34±5.68

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; AG 5-10-5 MIN – agilnost 5-10-5; BAC MED ST MAX – bacanje medicine u stajanju; BAC MED LEZ MAX – bacanje medicine u ležanju; SPRINT 10m MIN – sprint na 10 metara; SPRINT 10-20m MIN – sprint 10 do 20 metara; SPRINT 20m MIN – sprint na 20 metara; YO-YO – yo-yo test izdržljivosti; ZGIB – zgibovi s vlastitom težinom; BENCH – bench press sa 50% vlastite težine; TRBUH 60s – PREGIBI TRUPA U 60 SEKUNDI; \* – označava značajne razlike između mjerenja.

U tablici 11 prikazani su rezultati za grupu koja je provodila tradicionalni trening snage u varijablama agilnosti, eksplozivne snage tipa bacanja, brzine, repetitivne snage i anaerobne izdržljivosti. Značajne promjene uočavaju se u varijablama bacanja medicine iz ležanja i yo-yo testu. U ostalim varijablama nisu uočene značajne promjene od inicijalnog do finalnog mjerenja.

Tablica 12.

Deskriptivna statistika za morfološke varijable i analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – KONTROLNA GRUPA.

KONTROLNA	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
ATT	83.09±13.50	83.14±13.51
ATV	182.67±8.68	182.76±8.70
FAT %	16.40±4.80	16.41±4.81
FAT KG	14.01±5.75	14.05±5.75
BMI	24.82±3.56	25.13±3.56
LEAN	69.08±9.23	69.00±9.29

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; ATT – tjelesna težina; ATV – tjelesna visina; FAT% - postotak masnog tkiva u ukupnoj masi tijela; FAT KG – ukupna masa masnog tkiva; BMI – indeks tjelesne mase; LEAN – bezmasna masa tijela.

Ni kontrolna grupa nije se značajno promijenila ni u jednoj morfološkoj varijabli u periodu koje je odgovaralo trajanju eksperimentalnih programa. Zanimljivo je primijetiti kako su numeričke razlike u morfološkim mjerama vrlo male.

Tablica 13.

Deskriptivna statistika za varijable ravnoteže i eksplozivne snage i analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – KONTROLNA GRUPA.

KONTROLNA	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
OI ST	1.89±0.71	1.59±0.79
OI MAX	29.11±6.62	28.21±6.69
AIR TIME MAX	0.61±0.04	0.64±0.04
VERT J MAX	46.77±7.08	43.54±13.96
GROUND TIME MIN	0.59±0.13	0.58±0.13
AVG JUMP MAX	43.16±4.78	43.18±4.77
PWR FACT MAX	1.07±0.35	1.117±0.41

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; OI ST – ukupni indeks održavanja ravnoteže; OI MAX – ukupni indeks uspostavljanja narušene ravnoteže pri izvođenju dinamičkog testa na nestabilnoj platformi; AIR TIME MAX – vrijeme u zraku; VERT J MAX – vertikalni skok; GROUND TIME MIN – vrijeme na tlu; AVG JUMP MAX – prosjek skoka; PWR FACT MAX – faktor snage.

U varijablama ravnoteže i eksplozivne snage nisu uočene značajne promjene kod kontrolne grupe.

Tablica 14.

Deskriptivna statistika za varijable agilnosti, apsolutne eksplozivne snage, brzine, repetitivne snage i anaerobne izdržljivosti te analiza razlika inicijalnog i finalnog mjerenja (t-test za zavisne uzorke) – KONTROLNA GRUPA.

KONTROLNA	INICIJALNO	FINALNO
	AS±SD	AS±SD
AG 5-10-5 MIN	5.03±0.32	5.09±0.36
BAC MED ST MAX	25.42±3.51	26.18±3.51
BAC MED LEZ MAX	10.38±1.06	10.19±1.15
SPRINT 10m MIN	1.92±0.09	1.92±0.09
SPRINT 10-20m MIN	1.36±0.10	1.56±0.10
SPRINT 20m MIN	3.29±0.18	3.34±0.18
YO-YO	1100.14±447.20	1001.83±447.64
ZGIB	9.73±4.56	9.94±4.56
BENCH	12.29±7.73	12.89.29±7.73
TRBUH 60s	45.73±5.96	46.76±5.96

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; AG 5-10-5 MIN – agilnost 5-10-5; BAC MED ST MAX – bacanje medicinke u stajanju; BAC MED LEZ MAX – bacanje medicinke u ležanju; SPRINT 10m MIN – sprint na 10 metara; SPRINT 10-20m MIN – sprint 10 do 20 metara; SPRINT 20m MIN – sprint na 20 metara; YO-YO – yo-yo test izdržljivosti; ZGIB – zgibovi s vlastitom težinom; BENC – bench press sa 50% vlastite težine; TRBUH 60s – PREGIBI TRUPA U 60 SEKUNDI; \* – označava značajne razlike inicijalnog i finalnog mjerenja.

Varijable agilnosti, apsolutne eksplozivne snage, brzine trčanja i repetitivne snage kod kontrolne grupe ostale su na istoj razini od inicijalnog do finalnog mjerenja.

### **7. 3. Analiza efekata tretmana**

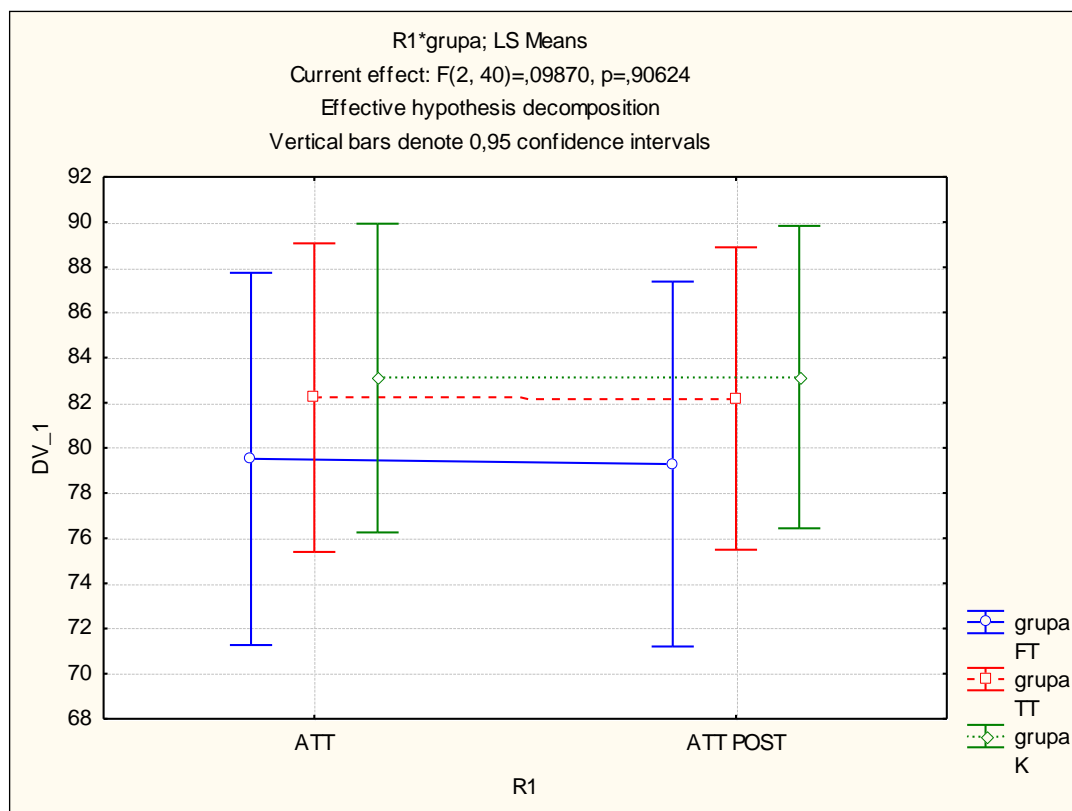
U ovom poglavlju prikazani su rezultati višefaktorske analize varijance kojom su utvrđeni efekti tretmana. Važno je napomenuti kako podatke treba sagledavati u skladu s osnovnim metodološkim pretpostavkama višefaktorske analize varijance. Konkretno, model koji je primijenjen (2 x 3; dva mjerenja x tri grupe) omogućio je da se dobiju podaci o stvarnom diferencijalnom utjecaju tretmana, uz uvažavanje razlika među grupama koje su postojale u inicijalnom mjerenju.

Rezultati su prikazani u grafičkim prikazima radi bolje preglednosti.



Grafikon 1..

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable tjelesne težine (ATT) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

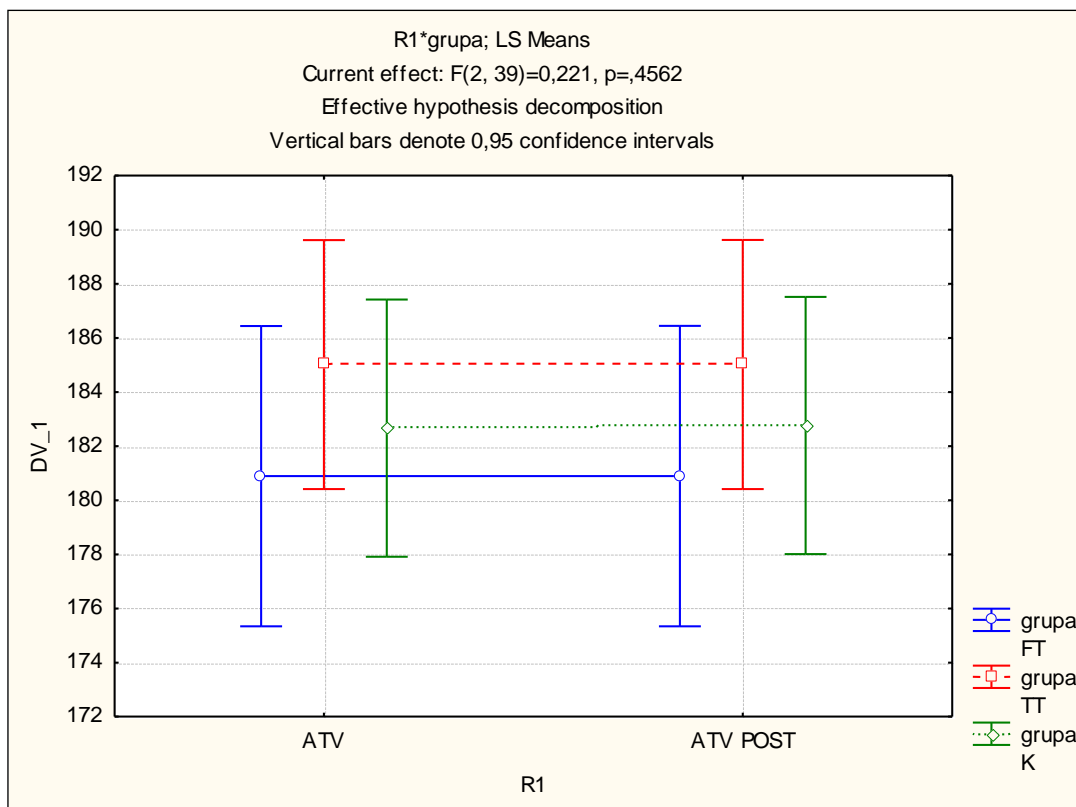


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Kao što se može vidjeti iz grafikona 1, u varijabli tjelesne težine ne postoje značajni efekti tretmana ni na globalnoj niti na pojedinačnoj razini (grupa ili mjerenje).

Grafikon 2.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable tjelesne visine (ATV) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

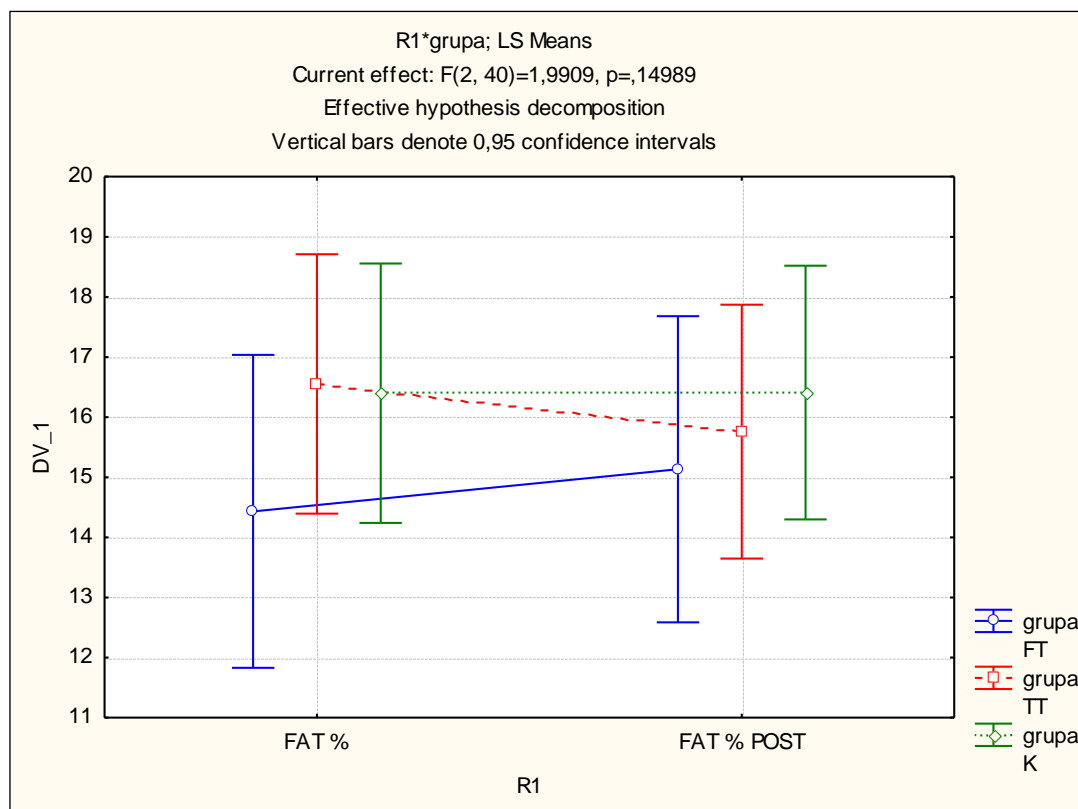


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Ni kod varijable tjelesne visine nisu uočeni značajni efekti ni na globalnoj niti na parcijalnoj razini. To je bilo i za očekivati s obzirom na izostanak značajnih promjena u svakoj pojedinoj skupini, a što je prethodno analizirano.

Grafikon 3.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable postotka masnog tkiva (FAT%) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

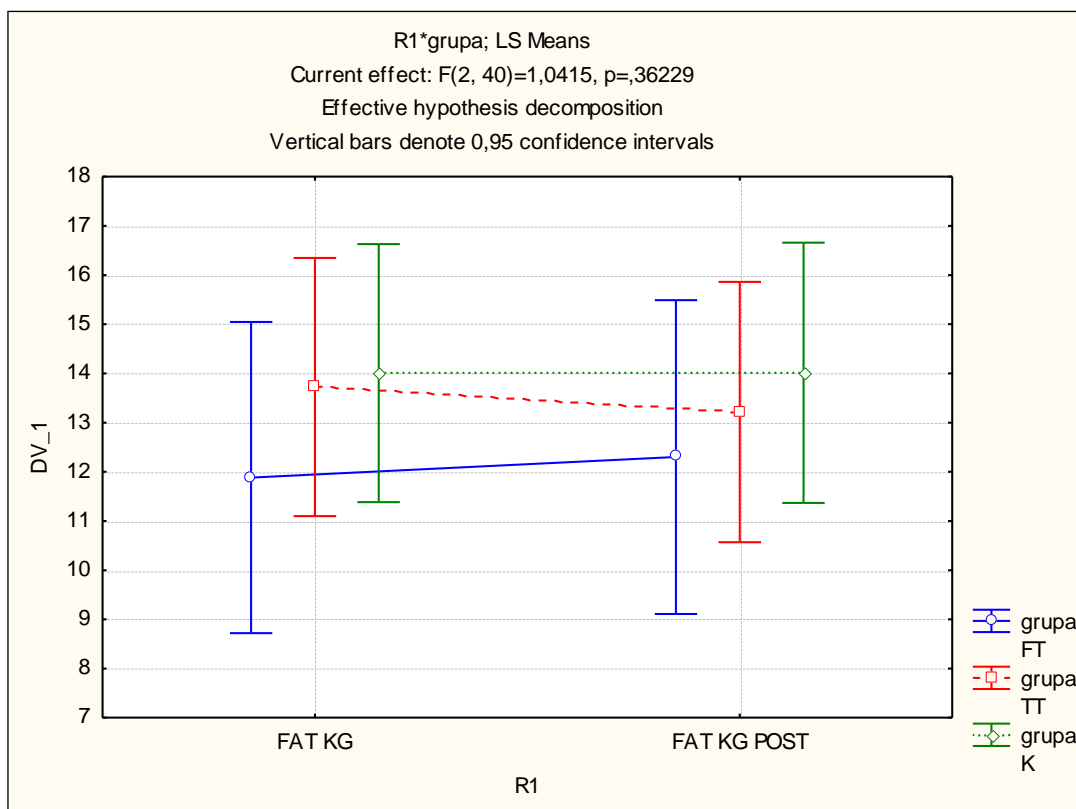


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Premda grafički prikaz pokazuje određene neujednačenosti promjena pojedinih grupa u varijabli postotka masnog tkiva (porast kod FT i pad kod TT), analiza varijance nije ukazala na značajne efekte.

Grafikon 4.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable mase masnog tkiva (FAT KG) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

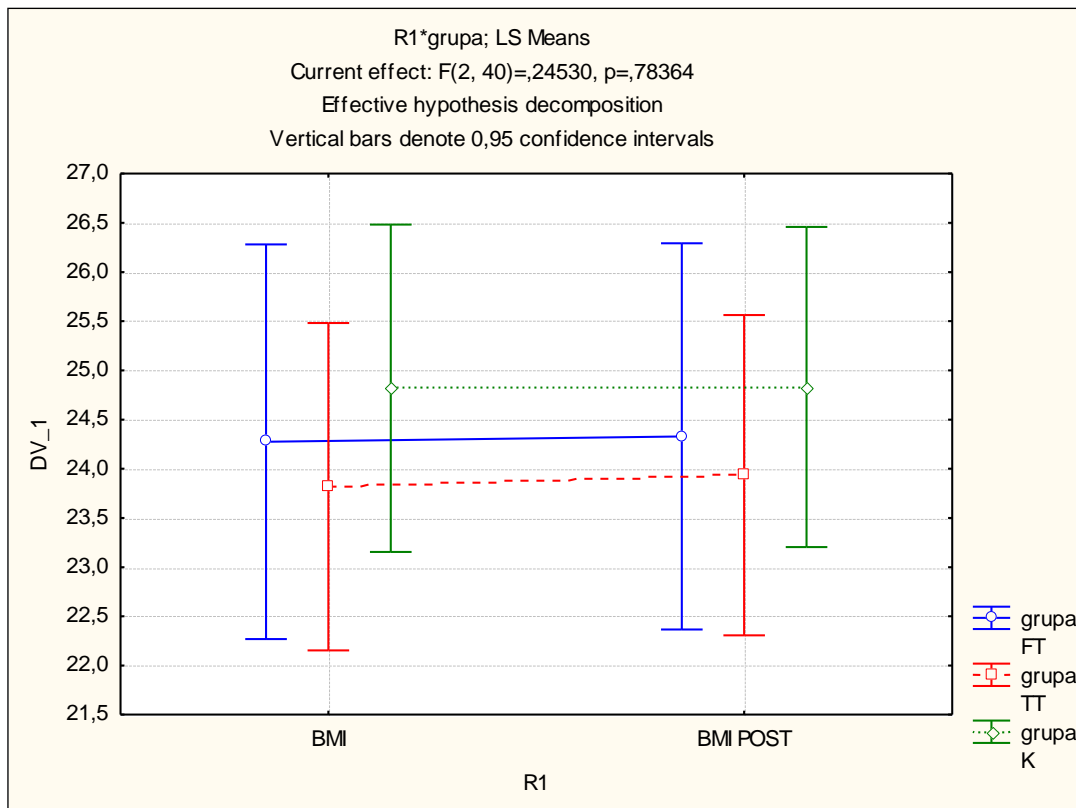


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

U varijabli ukupne količine masnog tkiva također su izostali efekti tretmana pa **sukladno** tome nije uočen ni značajan diferencijalni utjecaj.

Grafikon 5.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable indeksa tjelesne mase (BMI) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

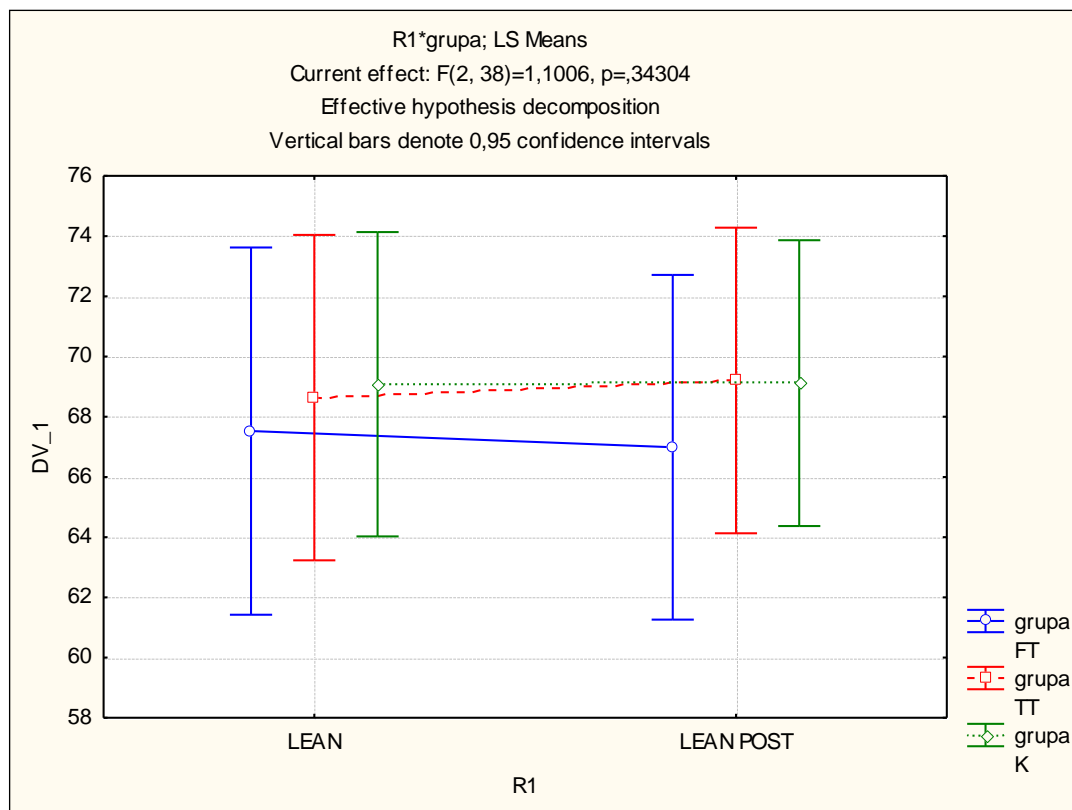


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

S obzirom na izostanak efekata tretmana u varijablama tjelesne visine i tjelesne težine, jasno se moglo očekivati da će efekti tretmana na globalnoj i parcijalnoj razini izostati i kod varijable indeksa tjelesne mase.

Grafikon 6.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable bazmasne mase tijela (LEAN) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

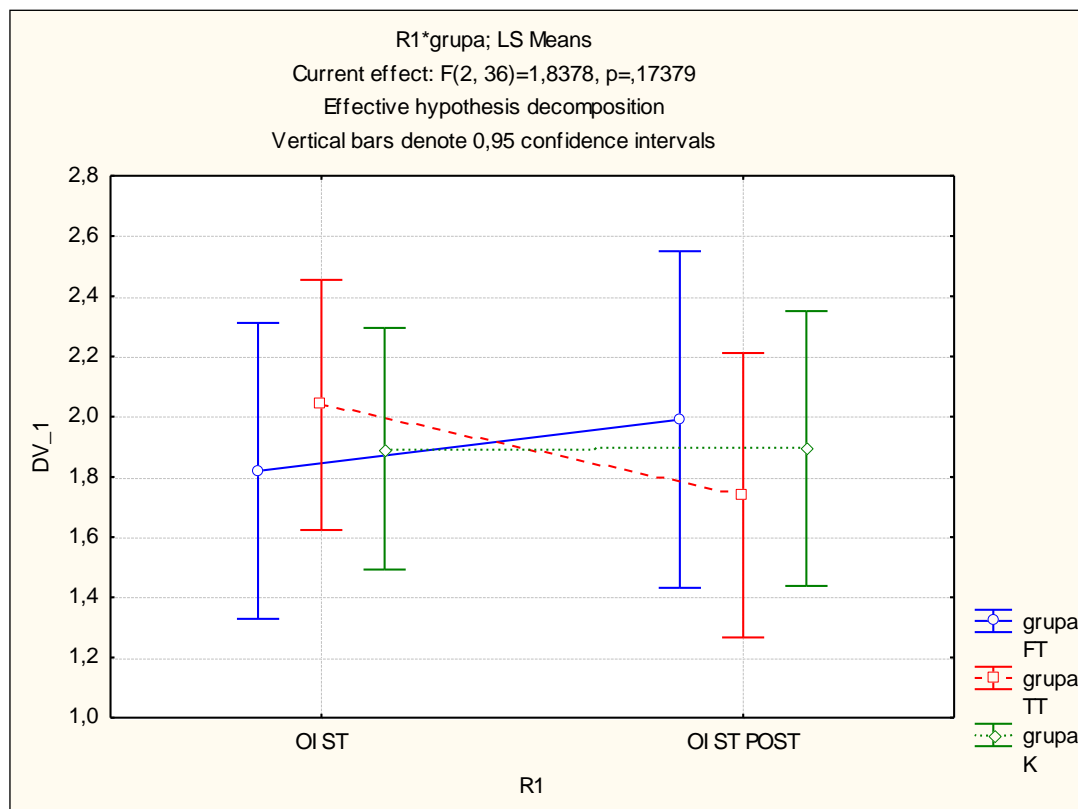


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Kako nije došlo do promjena u tjelesnoj masi, a niti u varijablama masnog tkiva, izostanak značajnih efekata tretmana mogao se očekivati i kod varijable bezmasne mase tijela (LEAN), a što se i potvrdilo.

Grafikon 7.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable ukupnog indeksa održavanja ravnoteže (OIST) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\* – označava značajne efekte za pojedinu grupu).

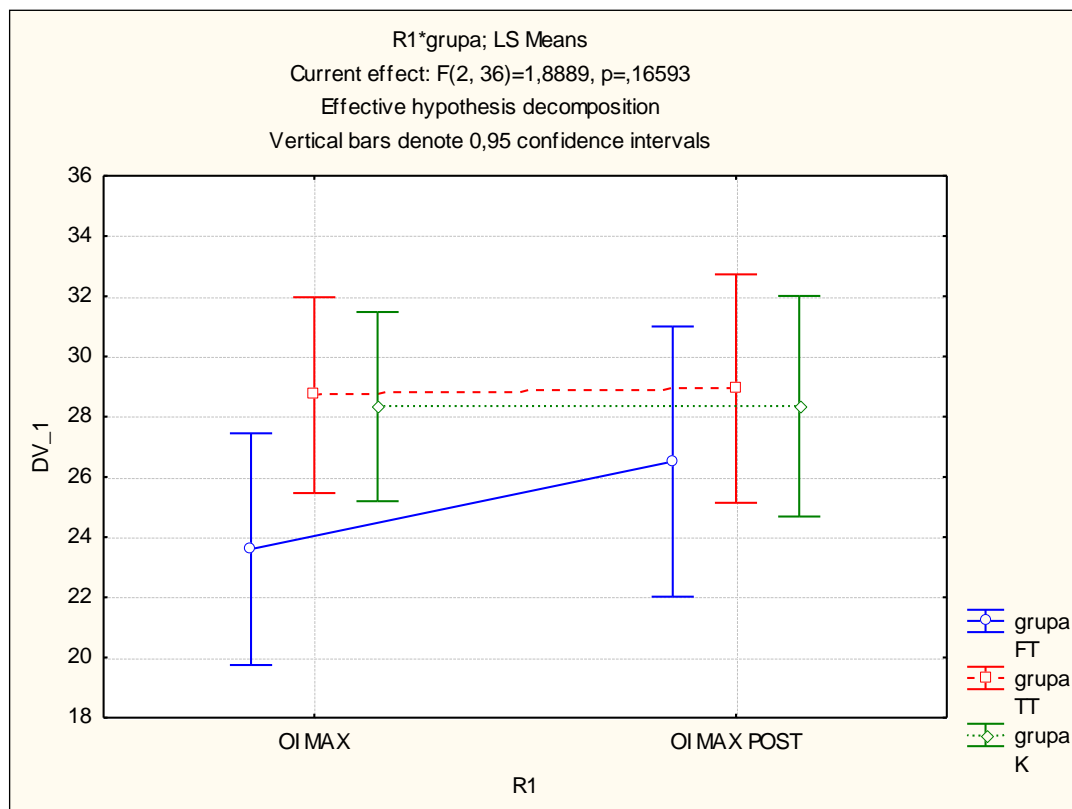


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Kod indeksa održavanja ravnoteže nisu uočeni ni globalni ni parcijalni efekti tretmana.

Grafikon 8.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable ukupnog indeksa uspostavljanja narušene ravnoteže (OIMAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\* – označava značajne efekte za pojedinu grupu).



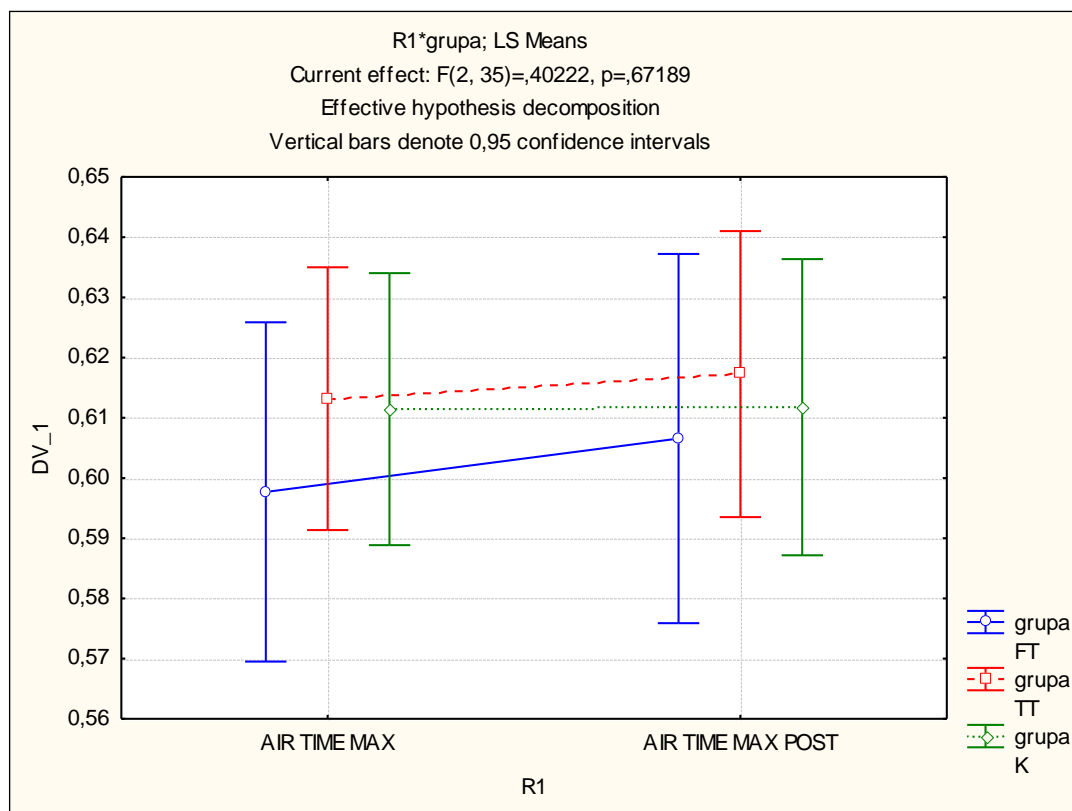
LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Premda postoje određene numeričke razlike kod FT-a, niti generalno niti pojedinačno nisu uočeni značajni efekti tretmana u varijabli indeksa ravnoteže.



Grafikon 9.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable vremena u zraku (AIR TIME MAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

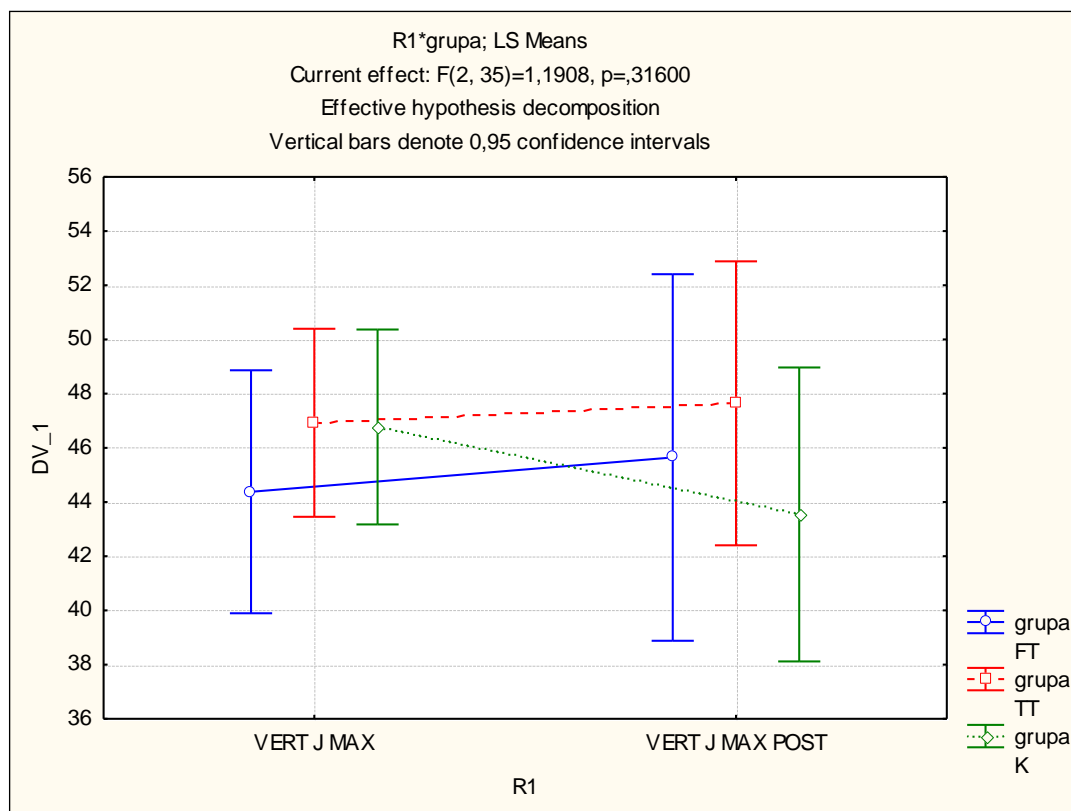


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Ni globalni ni parcijalni efekti tretmana nisu značajni u kontekstu varijable vremena u zraku (AIR TIME MAX).

Grafikon 10.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable vertikalnog skoka (VERT J MAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

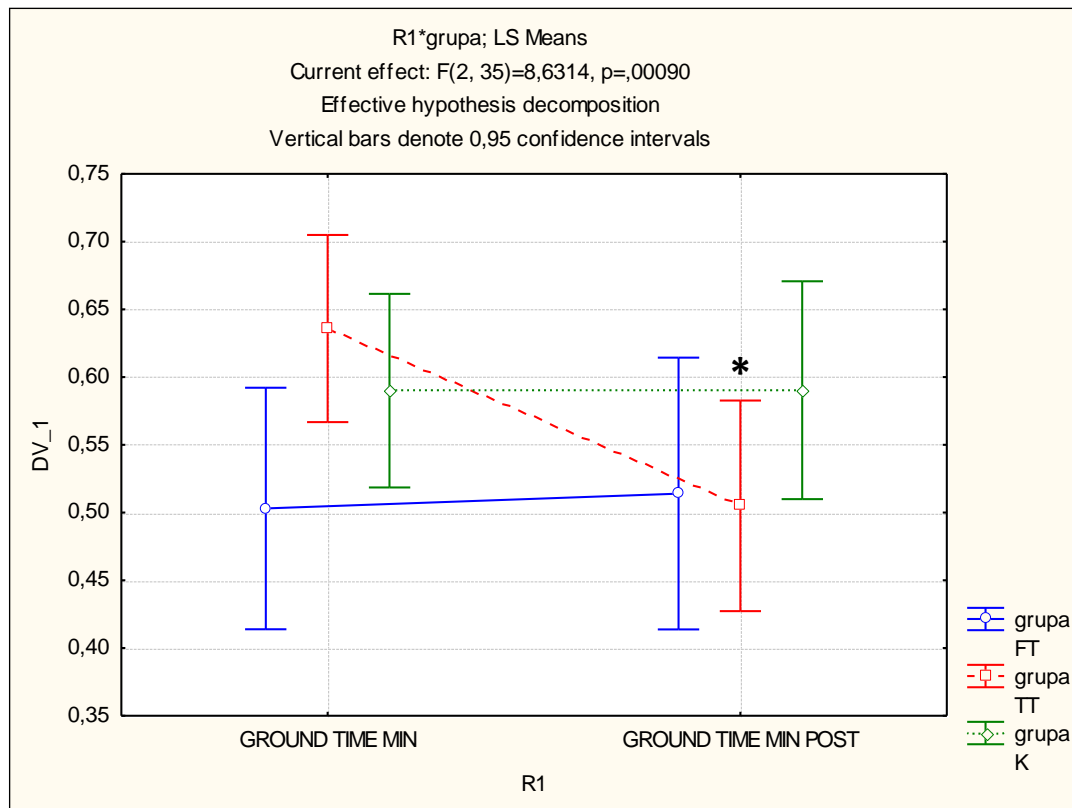


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Kao kod prethodno analizirane varijable za procjenu izvedbe vertikalnog skoka, i kod varijable maksimalnog skoka u vis nisu uočeni značajni efekti tretmana.

Grafikon 11.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable vremena na tlu (GROUND TIME MIN) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

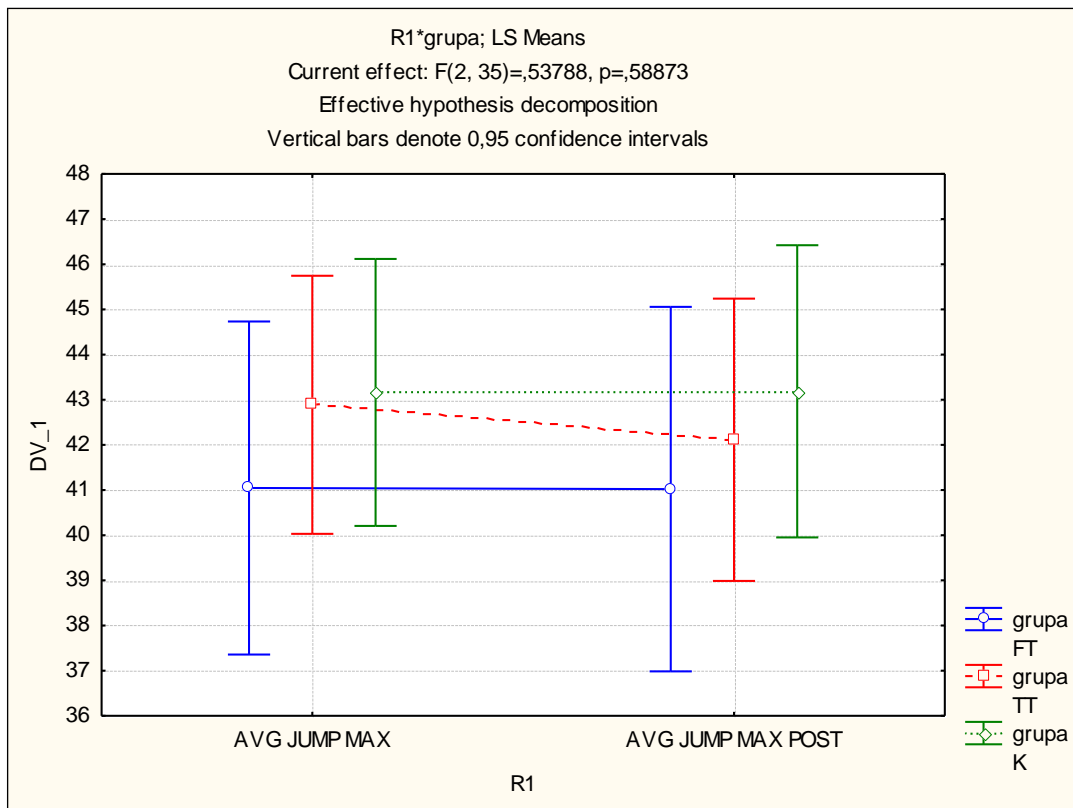


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Globalni efekti značajni su u pogledu varijable vremena kontakta s tlom (GROUND TIME MIN). Kada se analiziraju post-hoc analizom, parcijalna značajnost efekata uočava se za grupu koja je provodila tradicionalni trening. Konkretno gledajući, ova je grupa vidljivo unaprijedila rezultat u ovoj varijabli te se može govoriti o značajnom diferencijalnom utjecaju programa u pogledu unapređenja performansi u navedenoj varijabli.

Grafikon 12.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable prosjeka skoka (AVG JUMP MAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

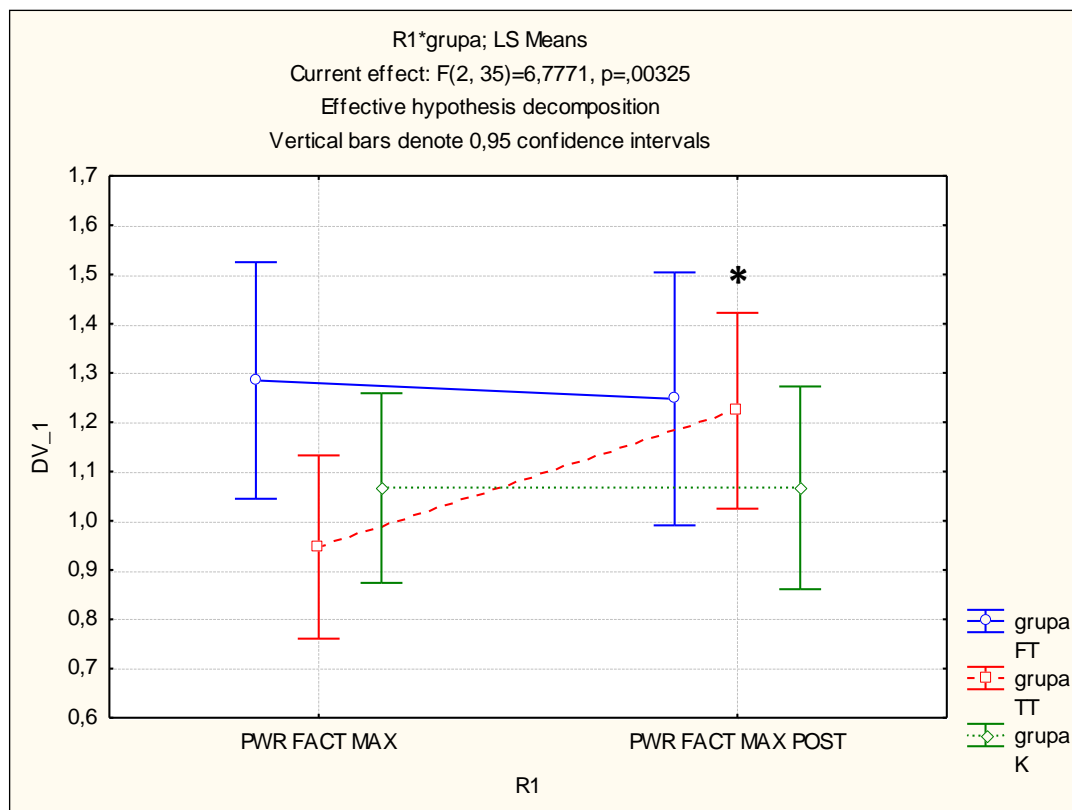


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Višefaktorska analiza varijance nije ukazala na značajne efekte tretmana kod varijable prosjeka od četiri ponovljena skoka (AVG JUMP MAX).

Grafikon 13.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable faktora snage (PWR FACT MAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\* – označava značajne efekte za pojedinu grupu).

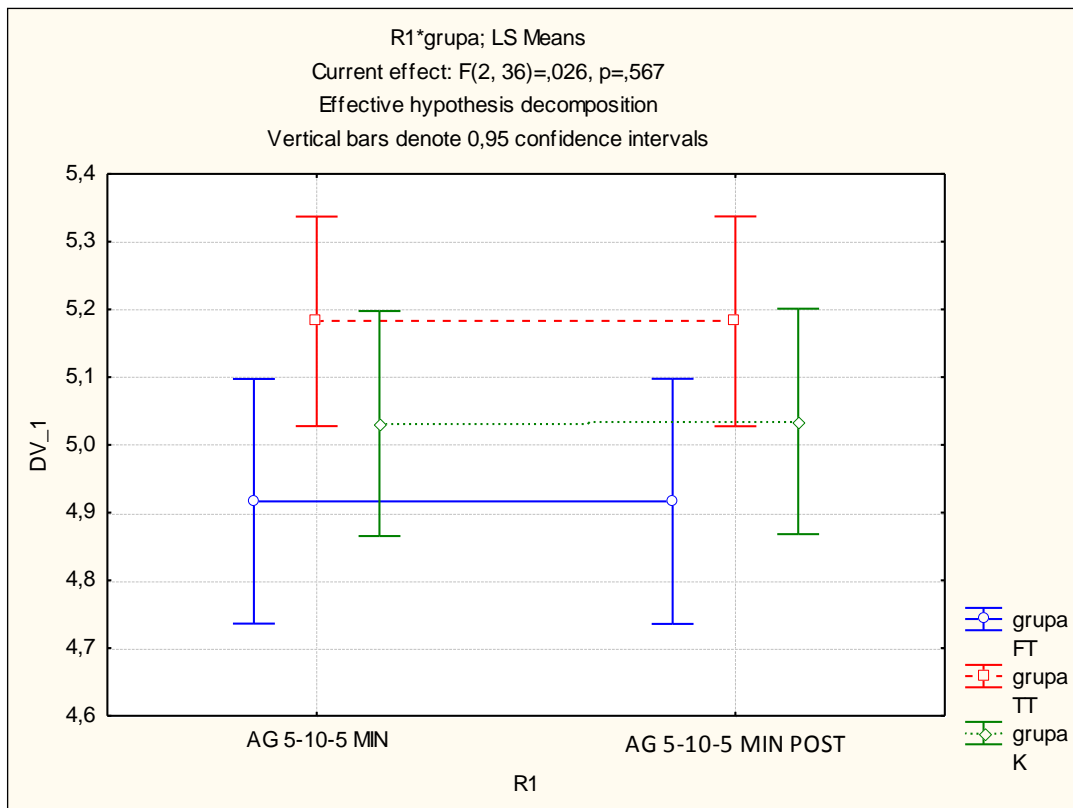


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Kod varijable faktora snage uočavaju se značajni efekti tretmana. I u ovom je slučaju post-hoc analizom utvrđeno da se radi o vidljivom diferencijalnom utjecaju tradicionalnog treninga na unapređenje performansi.

Grafikon 14.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable agilnosti 5-10-5 (AG 5-10-5 MIN) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

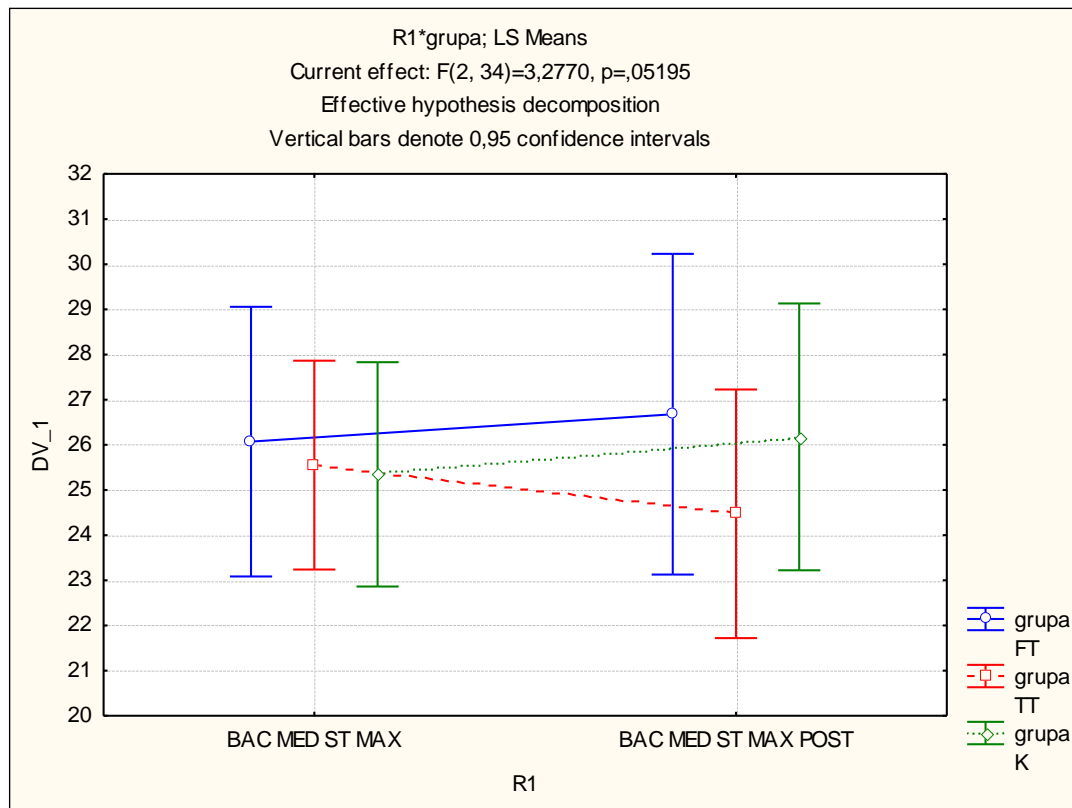


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Rezultati višefaktorske analize varijance ukazuju da ne postoje značajni efekti tretmana u varijabli za procjenu agilnosti.

Grafikon 15.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable bacanja medicine u stajanju (BAC MED ST MAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

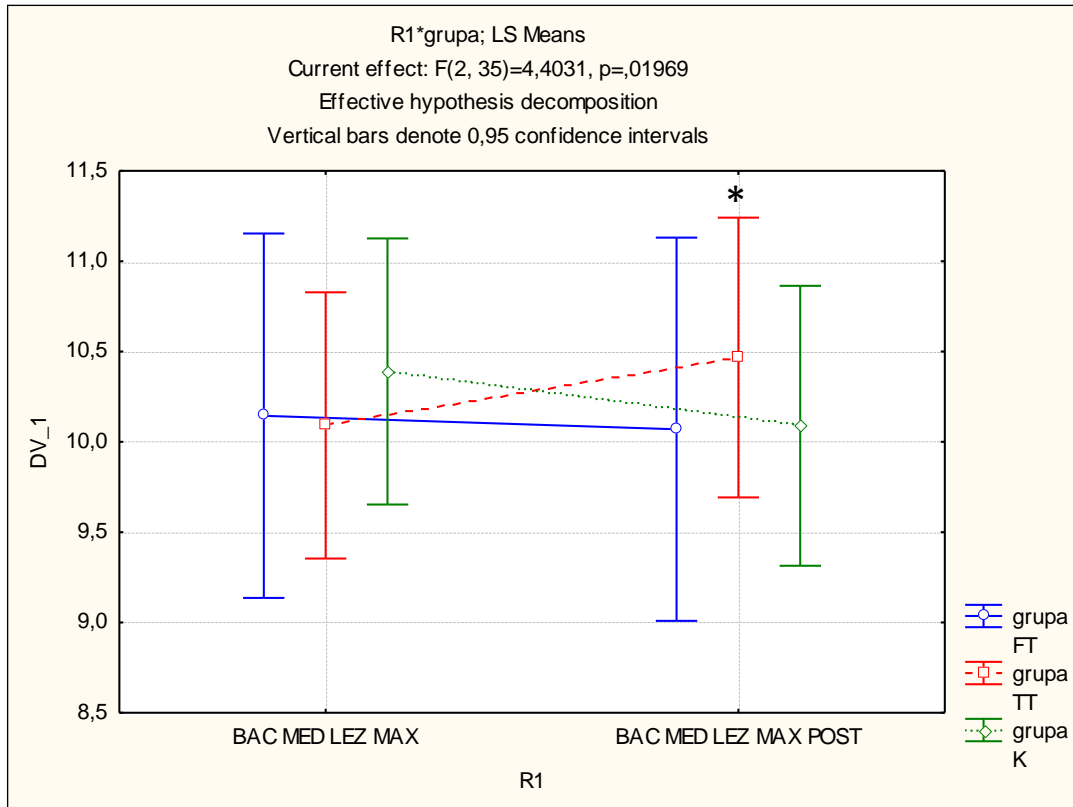


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Premda postoje određene numeričke razlike inicijalnog i finalnog mjerenja, nisu uočeni značajni efekti kod varijable bacanja medicine u stajanju (BAC MED ST MAX).

Grafikon 16.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable bacanja medicine u ležanju (BAC MED LEZ MAX) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\* – označava značajne efekte za pojedinu grupu).



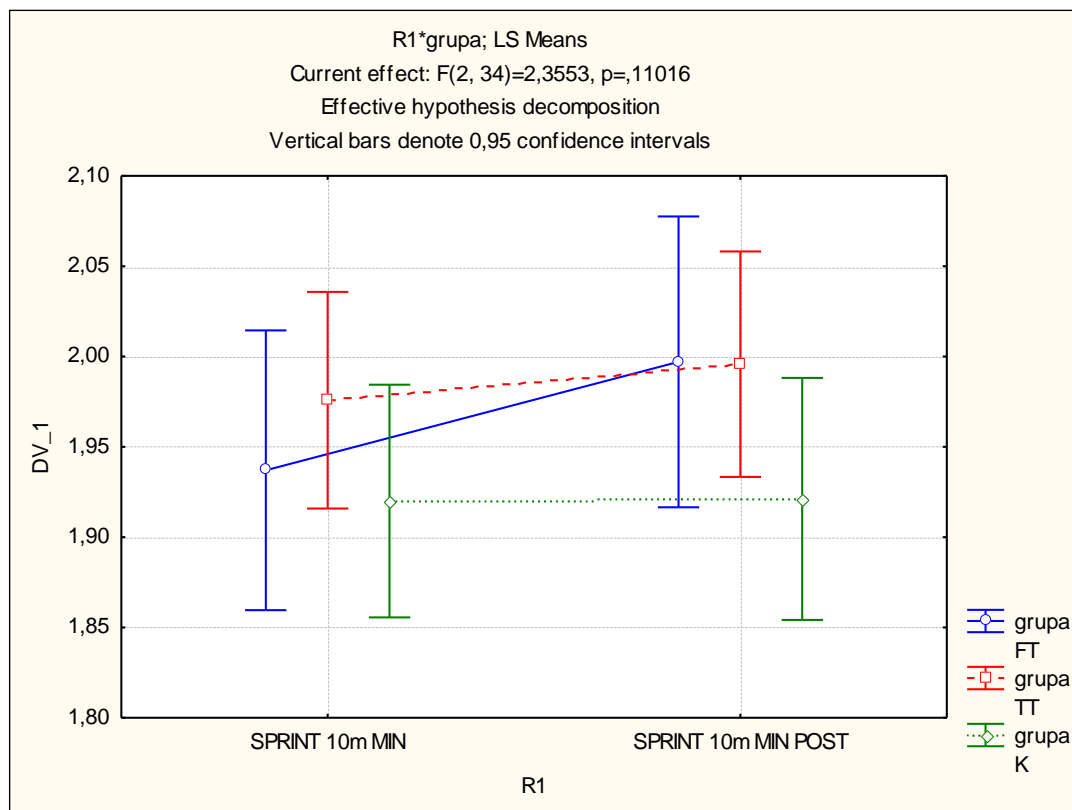
LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Višefaktorskom analizom varijance utvrđeni su značajni efekti tretmana za varijablu bacanja medicine iz ležanja (BAC MED LEZ MAX). Post-hoc analiza utvrdila je da se radi o značajnom diferencijalnom utjecaju tradicionalnog treninga na promjene u ovoj varijabli. Konkretno gledajući, grupa koja je provodila tradicionalni trening snage značajno je više napredovala od inicijalnog do finalnog mjerenja u odnosu na ostale grupe.



Grafikon 17.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable sprinta na 10 metara (SPRINT 10 m MIN) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

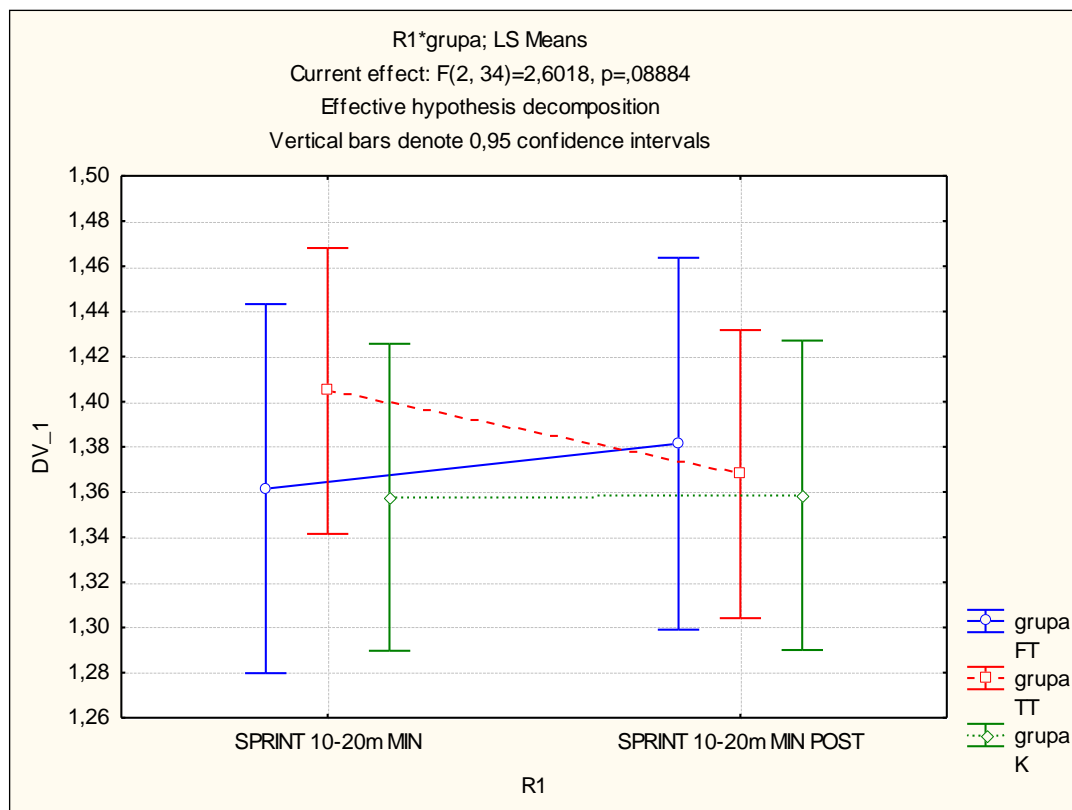


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Kod varijable trčanja na 10 metara nisu uočeni značajni efekti tretmana ni na globalnoj niti na parcijalnoj razini.

Grafikon 18.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable sprinta na 10 – 20 metara (SPRINT 10 – 20 m MIN) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

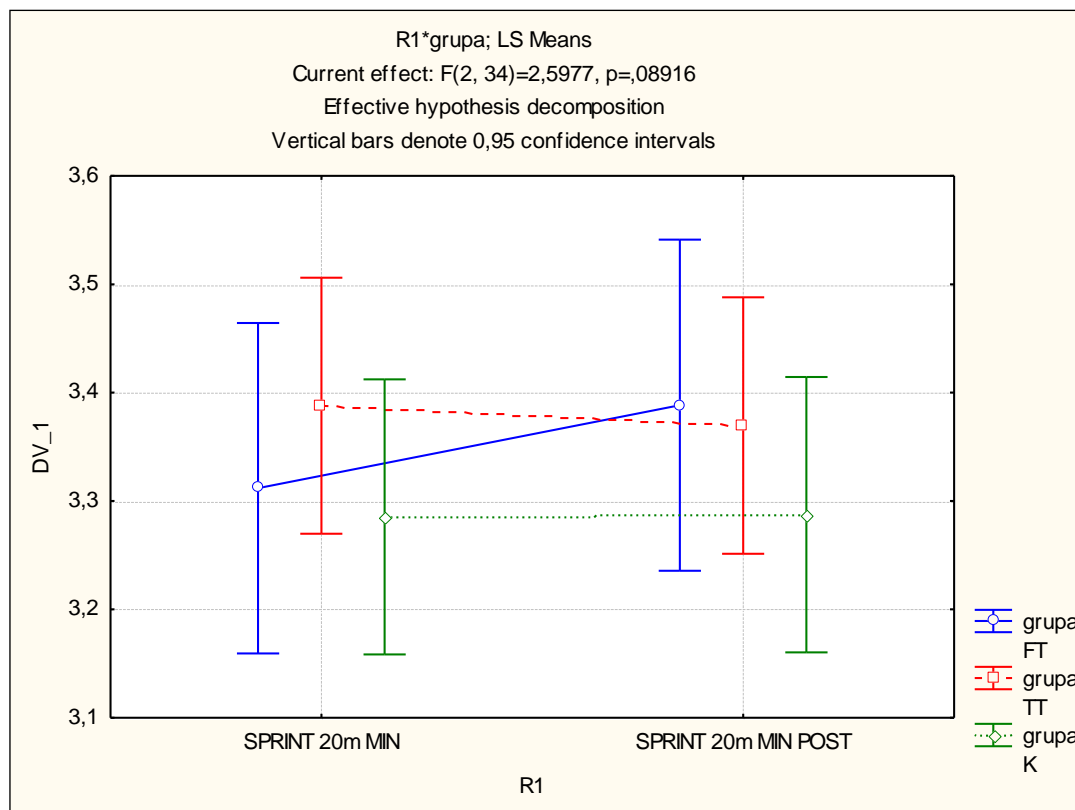


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

U varijabli trčanja od 10 do 20 metara nisu uočeni ni globalni ni parcijalni efekti tretmana.

Grafikon 19.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable sprinta na 20 metara (SPRINT 20 m MIN) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).

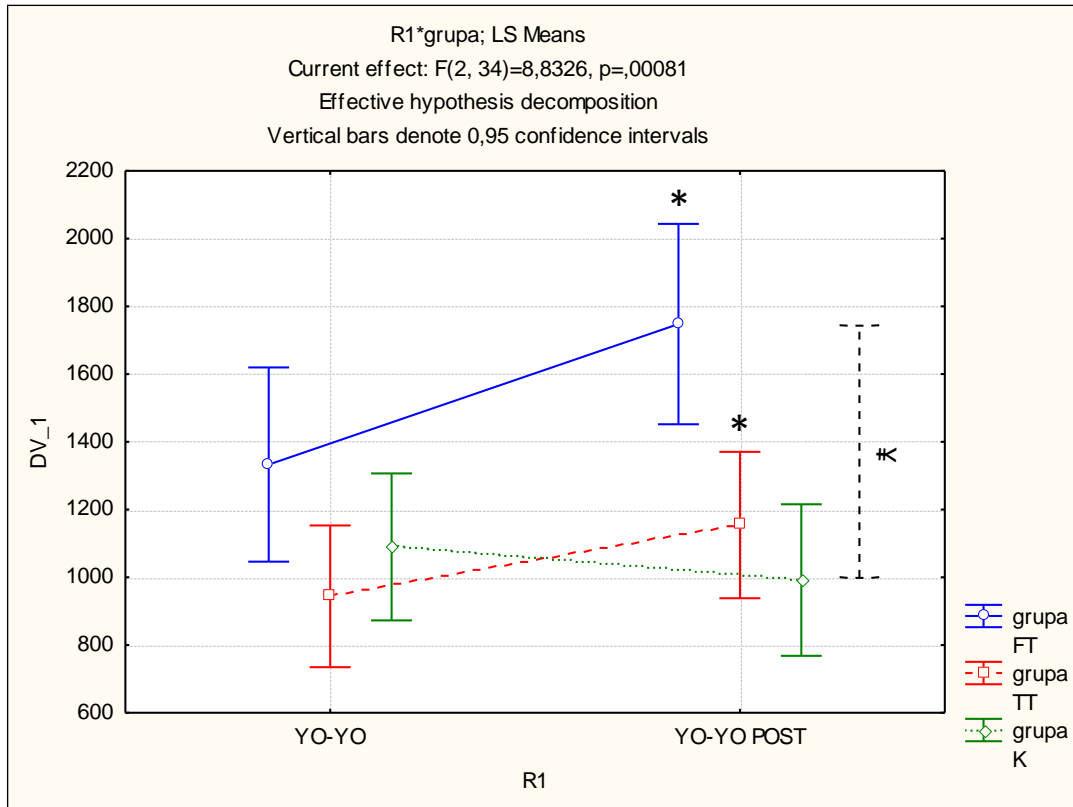


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

U varijabli sprinta na 20 metara, kao ni u dvije prethodne varijable, nisu uočeni značajni efekti tretmana.

Grafikon 20.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable sprinta na YO-YO testu izdržljivosti (YO--YO) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu; †– označava značajne efekte za mjerenje).

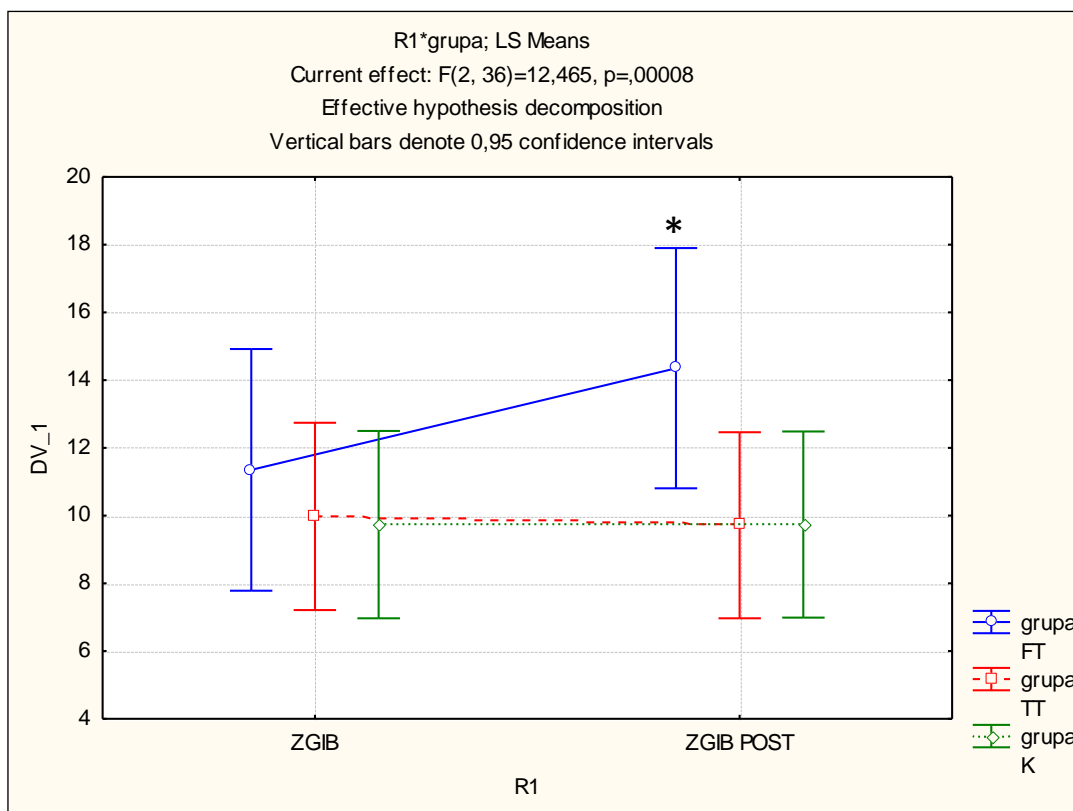


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

U varijabli za procjenu izdržljivosti vidljivi su višestruko značajni efekti tretmana. Tako su kod grupa FT-a i TT-a vidljivi značajni diferencijalni utjecaji u odnosu na kontrolnu skupinu. Isto tako u finalnom mjerenju razlike između FT-a i kontrolne grupe značajno su veće nego su bile u inicijalnom mjerenju.

Grafikon 21.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable zgibova s vlastitom težinom (ZGIB) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\* – označava značajne efekte za pojedinu grupu).

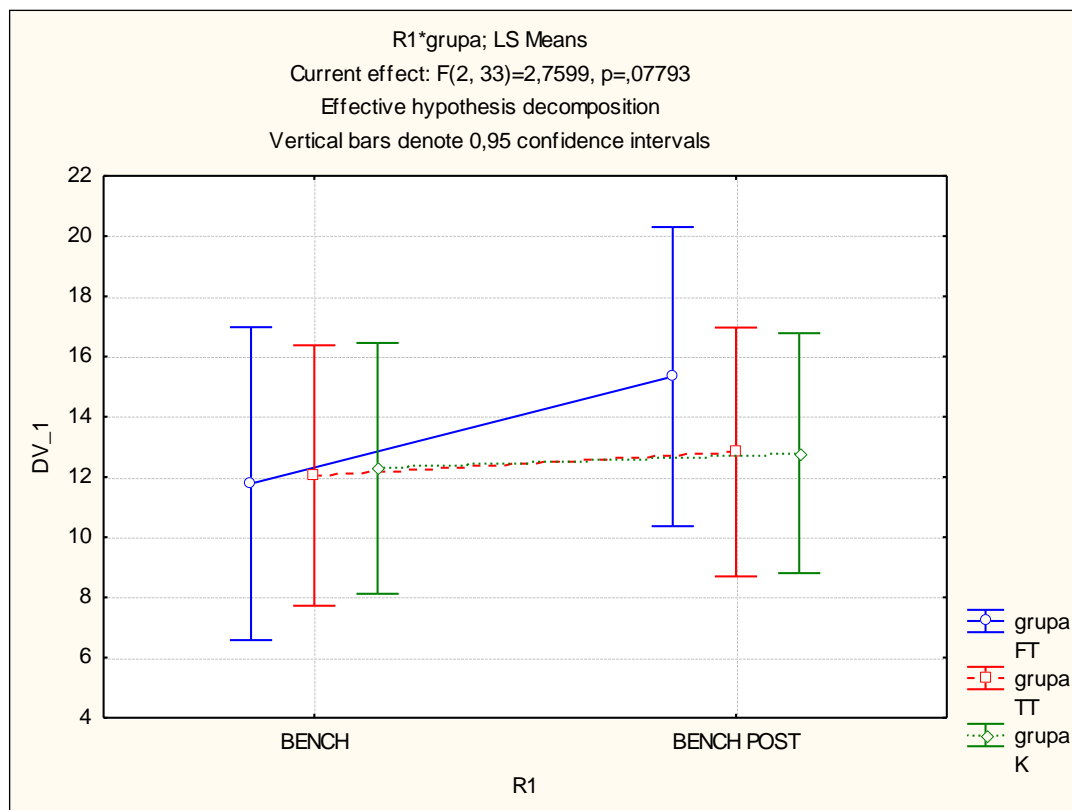


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Grupa FT-a značajno je napredovala u odnosu na ostale grupe u varijabli za procjenu repetitivne snage – zgibovi.

Grafikon 22.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable bench pressa s 50% vlastite težine (BENCH) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\* – označava značajne efekte za pojedinu grupu).

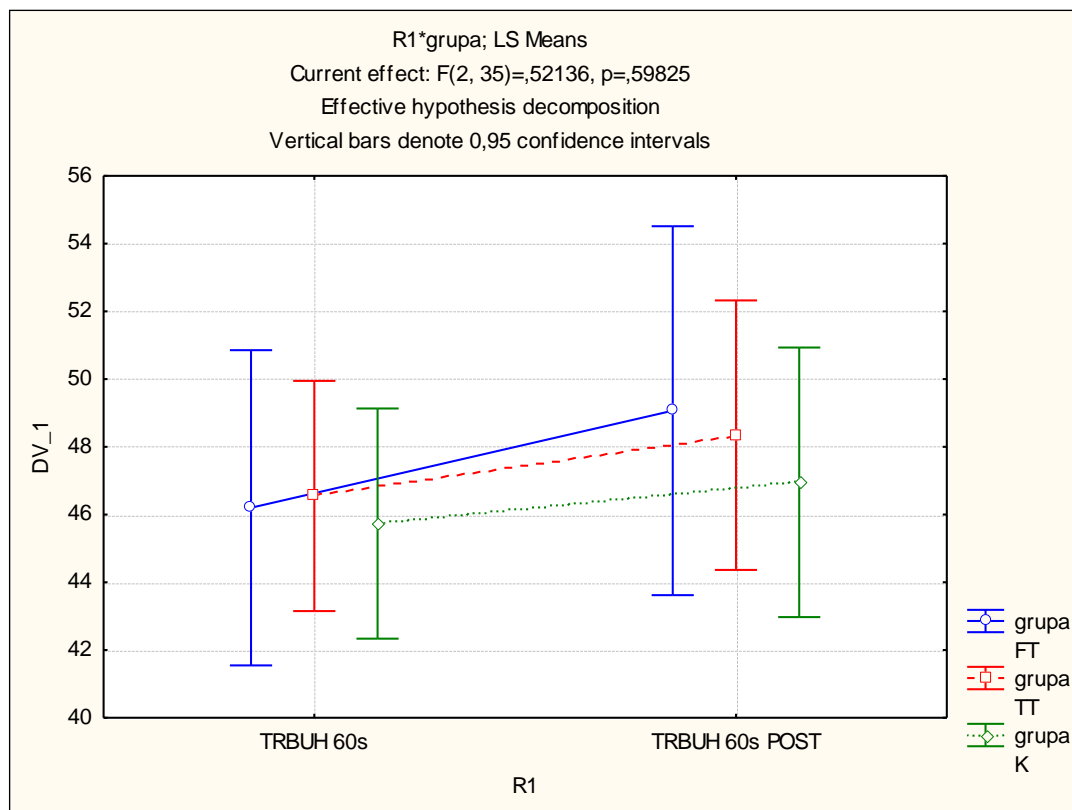


LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

U varijabli bench pressa nisu uočeni ni globalni ni parcijalni efekti tretmana. To je posebno zanimljivo s obzirom na to da je t-testom utvrđeno kako je FT-grupa značajno napredovala u ovoj varijabli, međutim diferencijalni su efekti tretmana izostali. O razlozima za pojavu ovakvih neujednačenih rezultata u dvije statističke procedure diskutirat će se naknadno.

Grafikon 23.

Analiza varijance za ponovljeno mjerenje varijable podizanja trupa u 60 sekundi (TRBUH 60 s) s analizom efekata po grupama i mjerenjima (\*– označava značajne efekte za pojedinu grupu).



LEGENDA: DV\_1 – zavisna varijabla; FT – funkcionalni trening; TT – tradicionalni trening; K – kontrolna grupa; POST – finalno mjerenje; F – F test; p – razina značajnosti višefaktorske analize varijance.

Efekti nisu uočeni kod varijable za procjenu repetitivne snage podizanja trupa u 60 sekundi (TRBUH 60 s).

## 8. Rasprava

Poglavlje rasprave podijeljeno je u dva podpoglavlja koja se bave relativno odvojenim problemima. Tako se posebno raspravlja o:

- a) metrijskim karakteristikama testova i
- b) efektima tretmana.

### **8. 1. Metrijske karakteristike testova**

#### **8. 1. 1. Metrijske karakteristike testiranja ravnoteže**

U prvom dijelu ovog podpoglavlja rasprave diskutirat će se o rezultatima dobivenih analizom pouzdanosti testiranja na Biodex balance platformi (Arnold and Schmitz, 1998.). Prvo se treba istaknuti činjenica da se testiranje na različitim balans platformama koje su tehnološki sofisticirane gotovo isključivo primjenjuje u testiranju ravnoteže. Naime, testiranje ravnoteže inače je poznato kao relativno nepouzđano, a što je u prvom redu uvjetovano činjenicom da ispitanik može postići slučajno loš rezultat. Konkretno rečeno, na svim testovima ravnoteže koji se izvode u „situacijskim“ uvjetima (ravnotežne klupice, greda, balans ploče i sl.) testiranje se izvodi do trenutka kad ispitanik ispadne iz ravnoteže. Drugim riječima ne postoji mogućnost da se dobije podatak o tome je li ispitanik nakon što je ispao iz ravnoteže mogao uspješno povratiti svoju ravnotežu i vratiti se u položaj ravnoteže ili je stanje ravnoteže doista narušeno i testiranje treba prekinuti. Kod sofisticirane opreme, kao što je Biodex balance sistem, testiranje se ravnoteže ne provodi na takav način, nego se pojednostavljeno rečeno mjeri količina vremena i veličina odstupanja koje je ispitanik proveo izvan idealnog položaja ravnoteže. S obzirom na to da je ravnoteža jedan od faktora u sportskoj znanosti koja je izuzetno važna kako u svakodnevnom životu, tako i u sportu, nešto će se kazati o pouzdanosti mjerenja koja su ovdje provedena. Premda su dosadašnja istraživanja provjeravala pouzđanost balans sistema, pa i Biodex balans sistema koji je primjenjivan i u ovom radu, vrlo su rijetka istraživanja koja su pouzđanost mjerenja analizirala na relativno dobro treniranim ispitanicima. Primjerice Karimi, Ebrahimi et al. (2008.) analiziraju posturalni balans i mogućnost pouzdanog mjerenja posturalnog balansa, ali kod ispitanika s određenim teškoćama, u ovom slučaju kod ispitanika s bolom u donjem dijelu leđa. U istraživanju je pouzđanost mjerenja zadovoljavajuća i istraživači preporučuju Biodex balans sistem kao pouzđanu mjeru stanja ravnoteže kod ispitanika s bolom u donjem dijelu leđa. Vrlo je zanimljivo istraživanje koje su proveli Aydog, Aydog et al. (2004.), koje se bavi istraživanjem ravnoteže, točnije istraživanjem pouzđanosti mjerenja ravnoteže kod slijepih sportaša. No, kao što je već prije rečeno, relativno je mali broj istraživanja koja su se



bavila problemom pouzdanosti mjerenja ravnoteže na Biodex balans sistemu kod relativno dobro treniranih osoba. Ukoliko se izuzme istraživanje koje su proveli Pereira i suradnici (Pereira, de Campos et al., 2008.), a koje se bavi položajem koljena i utjecajem tog parametra na posturalnu stabilnost i indeks posturalne stabilnosti kojeg registrira Biodex Balance sistem. Autor ovog rada nije uspio pronaći niti jednu studiju koja se izravno bavila problemom pouzdanosti mjerenja kod zdravih ispitanika. Da se podsjetimo, Biodex balance sistem u našem je slučaju pokazao relativno visoku pouzdanost mjerenu kroz Cronbach Alpha koeficijent i prosječnu pouzdanost ako se gleda kroz inter-item korelaciju. Stoga se ovi podatci o pouzdanosti mjerenja ravnoteže primjenom navedene aparature mogu smatrati relativno važnima, a ujedno su i jedni od rijetkih koji su, kao što je već rečeno, dobiveni istraživanjem zdrave trenirane populacije.

Druga je stvar koja se treba naglasiti da je stabilnost mjerenja na Biodex balance sistemu relativno slaba. Preciznije rečeno, analizom tri čestice mjerenja primjećuje se kako postoji trend poboljšanja rezultata. To u osnovi nije ništa čudno. Naime, svi ispitanici koji su u ovoj studiji testirani u inicijalnom mjerenju nikad se prije nisu susreli s Biodex balance sistemom i normalno je da je potrebno određeno vrijeme za prilagodbu na sam sistem i mjerenje. Međutim, problem bi se javio ukoliko bi se testiranje provodilo u samo jednoj čestici jer bi sigurno u ponovljenom mjerenju koje bi se provodilo nakon nekog tretmana svi ispitanici postigli bitno bolje rezultate mjerenja, nego je to bio slučaj u inicijalnom mjerenju, što ne bi bilo nužno vezano za poboljšanje stanja ravnoteže, već gotovo isključivo za poboljšanje ispitanikovog znanja kod karakterističnog izvođenja zadatka kod testiranja ravnoteže na navedenoj opremi. U tom smislu bitno je naglasiti kako bi testiranje ravnoteže na Biodex balans sistemu trebalo provoditi kroz jedan do dva probna pokušaja prije samog provođenja stvarnog testa, a kako bi ispitanici dobili osjećaj za platformu, stroj i za orijentaciju u prostoru kod testiranja. Takvi se probni pokušaji ne bi trebali registrirati, a moguće da ne bi trebali biti niti izvedeni u standardnim uvjetima mjerenja (Glaister, 2010., Duncan, 2005.). Smatramo kako bi se trebali provesti ili skraćenim protokolom testiranja ili kroz mjerenje ravnoteže upotrebom stabilnije platforme, nego što će se primijeniti u originalnom mjerenju. To su naravno samo neki prijedlozi koji bi se trebali ispitati u kroz studioznije analize.

## 8. 1. 2. Metrijske karakteristike testiranja skočnosti

Eksplzivna snaga tipa skočnosti ili skakačke performanse kao takve vrlo su čest problem istraživanja u sportu i općenito sportskoj znanosti. Naime, nema sumnje da su skakačke performanse danas postale jedan od najvažnijih faktora sportske uspješnosti u velikom broju sportova odnosno sportskih disciplina. Stoga se ne treba čuditi da je prisutan vrlo izražen trend istraživanja ovog područja (Glatthorn, 2011., Casartelli, 2010., Caruso, 2010., Buchheit, 2010.). U ovom radu i daljnjoj raspravi ipak će se temeljiti na istraživanjima koja su se bavila provjerom pouzdanosti odnosno metrijskih karakteristika mjernih instrumenata, bilo da se radi o terenskim ili o laboratorijskim mjernim instrumentima i aparaturi sličnoj onoj aparaturi koja je korištena u ovom istraživanju. Generalno gledajući, kao što je i prikazano u tablici 2, svi parametri pouzdanosti za sve mjere eksplozivne snage tipa skočnosti, a koje su korištene u ovom radu, vrlo su visoke. Cronbach Alpha koeficijent kreće se od 0.92 do 0.98, a prosječna inter-item korelacija od 0.86 do 0.97. Relativno najslabiju pouzdanost, ali kao što je već rečeno radi se o visokoj pouzdanosti, ima parametar vremena kontakta s tlom (0.86 i 0.92 za prosječnu inter-item korelaciju i Cronbachovu Alphu). To je ujedno i jedina mjera koja nije imala zadovoljavajuću homogenost odnosno stabilnost prilikom mjerenja te se od mjerenja do mjerenja (od 1. do 2. čestice mjerenja) pojavila značajna razlika u smislu poboljšanja rezultata mjerenja. Generalno gledajući, ovi podatci ne začuđuju jer su i dosadašnja istraživanja koja su analizirala pouzdanost ili druge metrijske karakteristike instrumenata kojima se mjeri vertikalna skočnost, bilo da se radi o istraživanjima koja su se bavila kontaktnim platformama ili fotočelijama, ukazala na visoku pouzdanost mjerenja primjenom ove aparature. Preciznije su Casartelli i suradnici (Casartelli, Muller et al., 2010.) analizirali valjanost i pouzdanost Myotest akcelerometrijskog sistema za procjenu vertikalnih komponenti skoka. Autori su u istraživanju imali vrlo veliki raspon ispitanika u smislu dobi (košarkaši od 9 do 25 godina) i analizirali su dvije aparature kojima se procjenjuje vertikalna skočnost te analizom testa i retesta utvrdili pouzdanost, a komparacijom rezultata različitih aparatura definiraju valjanost. Generalno gledajući, podatci su zadovoljavajući i utvrđena je velika pouzdanost i dobra valjanost analizirane aparature. Što međutim treba naglasiti i zbog čega je istraživanje izdvojeno? Radi se o istraživanju koje je, kao što je već rečeno, provedeno na relativno velikom rasponu kronološke dobi ispitanika te samim time ne treba posebno naglašavati da su ispitanici postizali performanse velikog raspona. U takvim je situacijama korelaciju među česticama mjerenja puno lakše dobiti, nego ako se radi na homogenim uzorcima ispitanika i to homogenim uzorcima ispitanika koji se mogu smatrati uzrokom iste populacije. U ovdje prezentiranom istraživanju upravo je to bio slučaj pa se može smatrati da pouzdanost mjerenja koja je prethodno prezentirana može biti gledana kao vrlo visoka. Vrlo sličnom problematikom prethodno navedenoj bave se Enoksen i suradnici (Enoksen, Tonnessen et al., 2009.). Oni istražuju pouzdanost Newtest Powertimer Test sistema. Valjanost i pouzdanost Powertimera utvrđena je komparacijom rezultata dobivenim mjerenjem na laboratorijskom testiranju primjenom kontaktne platforme i fotočelija. Ukratko, rezultati su ukazali da je Powertimer pouzdan instrument

kako za testiranje skokova tako i za testiranje različitih manifestacija trčanja te sistem nije pokazao nikakvu sistematsku promjenu od čestice do čestice mjerenja. U svakom slučaju testovi eksplozivne snage tipa skočnosti mogu se smatrati visoko pouzdanima. To se ne odnosi samo na testiranja koja se provode primjenom različitih aparata i aparature, veći za testiranja koja se provode primjenom standardnih procedura u kojima se mjeri dohvatna visina u skoku i daljina doskoka u skoku u dalj o jednoj karakteristici testiranja. U navedenom slučaju stabilnosti odnosno homogenosti treba posebno voditi računa, a to se jednim dijelom potvrdilo i u ovom istraživanju. Podsjetimo, jedan parametar testiranja imao je relativno slabu homogenost to jest primijećena je sistematska promjena od čestice do čestice mjerenja, a koje je pokazalo značajnu promjenu od prve do druge čestice mjerenja u smislu poboljšanja rezultata. O tome izvještavaju i drugi autori te tako Moir i suradnici (Moir, Button et al., 2004.) analiziraju utjecaj upoznavanja s testom ili učenja na pouzdanost varijabli koje su mjerene prilikom testa vertikalnog skoka. Naime, postavlja se pitanje koliko je čestica mjerenja potrebno da bi se dobili potpuno stabilni rezultat, to jest da bi se rezultat koji ispitanici postižu mogao doista smatrati njihovom manifestacijom eksplozivne snage tipa skočnosti bez obzira o kojem se parametru performanse radilo. S tom svrhom istraživanje su proveli navedeni autori. Nažalost, u njihovom istraživanju nije analiziran parametar koji je u našem mjerenju pokazao relativno slabu homogenost (kontaktno vrijeme s podlogom) te autori nisu pronašli gotovo nikakvu potrebu za učenjem testova koji se izvode primjenom reakcijske platforme. Konačno, ostaje za zaključiti kako je pouzdanost mjerenja na sistemu koji je korišten u ovom istraživanju vrlo visoka pa čak i kad se izvode relativno nepoznate kretne strukture kao što je skok iz čučnja koji je primjenjivan u ovom istraživanju. Naime, dosadašnja istraživanja (Markovic, Dizdar et al., 2004.) ukazala su kako se upravo najslabija pouzdanost može očekivati kod testova koje ispitanici rijetko izvode i/ili ne poznaju. Ovaj zaključak se sigurno može prenijeti na ovdje primijenjeno istraživanje s obzirom na to da je skok iz čučnja (squat jump) vrlo rijetko primjenjivan u svakodnevnoj trenažnoj praksi, ali i pri testiranju. Naime, puno se bolja pouzdanost može očekivati kod testiranja koja se izvode test protokolima koje ispitanici jako dobro poznaju. Tu je smanjena mogućnost utjecaja bilo kakve sistematske ili nesistematske greške na rezultat mjerenja. To u svakom slučaju treba imati na umu u daljnjim istraživanjima kao i eksperimentima koji će se baviti problemom fizičkih performansi.

### 8. 1. 3. Metrijske karakteristike testova agilnosti

Agilnost je jedna od manifestacija koje su u središtu interesa sportske javnosti, znanosti i prakse. Naime, raznolike manifestacije agilnosti u velikoj mjeri mogu utjecati na kvalitetno odnosno manje kvalitetno izvođenje različitih kretnih struktura u sportu. Stoga ne začuđuje i relativno veliki broj istraživanja koja se u posljednje vrijeme izravno ili neizravno bave testiranjem agilnosti i analizom metrijskih karakteristika testova agilnosti najrazličitijih manifestacija (Alricsson, Harms-Ringdahl et al., 2001., Haj-Sassi, Dardouri et al., 2011., Munro and Herrington, 2011., Vicente-Rodriguez, Rey-Lopez et al., 2011.). Upravo su i rezultati koje smo dobili, a koji prezentirani su u tablici 3, potvrda takvom interesu. Od dva testa agilnosti koja su primijenjena u ovom radu, jedan test nije zadovoljio pouzdanošću, a dodatnu važnost ovom zaključku daje činjenica da se radi o testu koji se vrlo često koristi u svrhu brzog dijagnosticiranja stanja agilnosti u sportu (Hexagon test). Drugi test je pokazao zadovoljavajuću pouzdanost, ali je analiza stabilnosti mjerenja utvrdila kako se radi o izuzetno nehomogenom testu s velikim sistematskim promjenama koje se javljaju od čestice do čestice mjerenja. Stoga ćemo se kratko zadržati na analizi ovih parametara i diskutiranjem o dosadašnjim istraživanjima koja su se ovim problemom bavila. Testovi agilnosti biraju se prema populacijskoj skupini koja će testove primjenjivati. Primjerice Vicente Rodriguez i suradnici (Vicente-Rodriguez, Rey-Lopez et al., 2011.) analizirali su test 4x10 metara trčanjem „tamo-amo“ i test su koristili na adolescentima. Zanimljivo je da su u studiju uključili 85 ispitanika od 13 do 16 godina, a među ispitanicima su bili i dječaci i djevojčice. Rezultati su pokazali zadovoljavajuću pouzdanost kao i zadovoljavajuću homogenost. To, međutim, s našim istraživanjem ima vrlo malo veze i ne govori u prilog činjenici da se taj test koji su autori primijenili može i treba primijeniti u uzorcima treniranih ispitanika, kao što je već prije rečeno kod testova skočnosti. Činjenica je da veliki varijabilitet rezultata olakšava dobivanje pouzdanosti, a isto tako i dobivanje relativno dobre homogenosti mjerenja. Stoga je za istraživanje koje je ovdje provedeno puno zanimljivije je prikazati podatke koje su u svojoj studiji prikazali Pauole i suradnici (Pauole, Madole et al., 2000.). Zanimljivo je kako su autori u svom istraživanju dobili relativno dobru pouzdanost Hexagon testa, no potrebno je naglasiti kako je navedeno istraživanje provedeno na relativno velikom uzorku od 304 ispitanika od kojih je bilo pola muškaraca i pola žena, a takav uzorak analiziran je kao jedan uzorak bez podjele po spolu. Međutim u usporedbi s drugim testom agilnosti koji je primjenjivan u radu (t-test), heksagon test je imao bitno manju pouzdanost, što je u skladu s rezultatima koji su prethodno navedeni u ovom istraživanju. Generalnim problemom pouzdanosti Hexagon testa bave se i Beekhuizen i suradnici (Beekhuizen, Davis et al., 2009.). U navedenom radu autori naglašavaju kako je Hexagon test vrlo česta mjera agilnosti u sportu, ali je vrlo malo testova koji su se bavili problemom pouzdanosti ovog testa. I u ovom slučaju autori uzimaju kao uzorak ispitanika 26 netreniranih osoba od čega je 17 muškaraca i 9 žena. Kao što se može primijetiti iz njihovih rezultata, javlja se jasno poboljšanje rezultata iz čestice u česticu mjerenja. Međutim,

pouzdanost samog mjerenja nije u ovom radu definirana niti kroz prosječni koeficijent korelacije među česticama, niti kroz koeficijente varijacije, što je u posljednje vrijeme redovita praksa u studijama koje se bave problemima pouzdanosti mjernih instrumenata (Mirkov, Nedeljkovic et al., 2008.). Pouzdanost je analizirana kroz definiranja razlika u postignutim rezultatima između više mjerenja koja su realizirana u istom danu ili između dva različita dana, analizom statističke značajnosti distribucija rezultata. Autori su temeljem takve statističke procedure definirali kako nema značajnih razlika rezultata postignutih u različitim testiranjima. Naravno, preciznijim analiziranjem statističkih procedura, kao i preispitivanjem metodologije koja je korištena u radu, može se pronaći niz zamjerki na ovakav metodološki pristup, stoga je jasno da se rezultati ove studije s obzirom na uzorak ispitanika (mješovit po spolu), ali i statističku obradu koja je primijenjena u definiranju pouzdanosti, trebaju u svakom slučaju uzeti sa skepticizmom. S obzirom na to da smo se u ovom istraživanju koje je prezentirano služili bitno složenijom metodologijom, a i analiziran je bitno homogeniji uzorak ispitanika, nego je bio slučaj u studijama koje su prethodno analizirane (Pauole, Madole et al., 2000., Beekhuizen, Davis et al., 2009.) možemo govoriti o tome kako da se Hexagon test razmatra kritički po pitanju pouzdanosti i homogenosti mjerenja. Preciznije rečeno, razlozi za pojavu relativno slabe pouzdanosti testa u našem istraživanju mogli bi biti slijedeći. Prvo, test je relativno slabo standardiziran u izvedbi. Naime, ne samo u ovom istraživanju, već i u istraživanjima koja su prethodno diskutirana analizom uputa, kao i izgleda samog testa, jasno je kako test može biti izveden na veliki broj različitih načina. To se u prvom redu odnosi na položaj ispitanika u odnosu na smjer kretanja, ali još više u odnosu na to koliko se ispitanik precizno ili neprecizno vraća u sam centar heksagona, a što bi prema uputama samog testiranja trebao biti jedan od temeljnih uvjeta adekvatne izvedbe testa. Vrlo malo odstupanja od položaja tijela koji je zadan, ako i vrlo mala odstupanja koja ispitanik treba pratiti kod izvedbe svakog pojedinog skoka, dovode do velikih nerazmjera u samoj izvedbi testa i rezultatima koji su dobiveni. Autor je slobodan tumačiti kako čak nije riječ o potrebi preciznog zadržavanja istog položaja tijela, koliko je bitnije naglasiti da sam centar heksagona treba biti jasno označen i samim tim voditi ispitanika u točku na koju mora doskočiti prilikom svakog skoka. Izbjegavanje takve kretnje dovodi do ogromne razlike u rezultatima testiranja. Iz osobne perspektive kao mjeritelja, autor ovog rada slobodan je ukazati kako ispitanici ove nestandardiziranosti u izvođenju testa nisu niti svjesni. Oni test izvode brzo i logično je da njihova izvedba nije uvijek idealna. Upravo na tome treba inzistirati kod samog opisivanja testa i kod standardizacije uvjeta mjerenja jer će se takvim standardiziranjem vrlo vjerojatno dobiti i puno bolja pouzdanost testa. To naravno treba ispitati u preciznije kontroliranim istraživanjima koja će se ovim problemom detaljnije pozabaviti.

Autor nije uspio pronaći ni jedno istraživanje koje se bavilo problemom pouzdanosti testa agilnosti 5-10-5 pa se iz tih razloga ne može referirati na dosadašnje empirijske nalaze. Međutim, potrebno je kratko raspraviti uočenu relativno slabu homogenost testa. Naime, rezultati čestica testiranja ukazuju na to da se rezultat na testu izrazito popravlja od čestice do čestice testa te je vrlo upitno koliko je rezultat u testu stabilan. U trećoj čestici testa

ispitanici su najčešće postizali svoj najbolji rezultat. Dakle, u daljnjim istraživanjima ovo bi trebalo provjeriti testiranjem na još većem broju čestica i u slučaju uočavanja trenda poboljšavanja rezultata primjeniti adekvatnu post-hoc analizu razlika među pojedinim česticama. Slaba homogenost definitivno upućuje na zaključak da je prilikom testiranja ovog testa potrebno provesti nekoliko probnih pokušaja kojima će se ispitanici naviknuti na samo izvođenje testa te će pri ponovljenim testiranjima doći do stabilizacije rezultata i dobit će se pravi rezultat koji ukazuje na stvarno stanje razvijenosti agilnosti prilikom testiranja ovog parametra. Problem upoznavanja (Moir, Button et al., 2004., Duncan, Al-Nakeeb et al., 2005., Glaister, Witmer et al., 2010.) pri testiranju vrlo često je prisutan u istraživanjima metrijskih testova u sportu i kineziologiji uopće te je jasno kako se tome treba sistematski pristupiti i kod testiranja agilnosti.

#### **8. 1. 4. Metrijske karakteristike testova eksplozivne snage tipa bacanja**

Gotovo jednako često kao istraživanja koja se bave pouzdanošću i općenito metrijskim karakteristikama eksplozivne snage tipa skokova, tako se istražuju i testovi tipa bacanja. U većini studija radi se o različitim istraživanjima koji su se bavili pouzdanošću testova u kojima se baca medicinska lopta, ovisno o uzrastu različitih težina. U nekim studijama (Clemons, Campbell et al., 2010.) istraživači nerijetko koriste testove bacanja medicinske lopte kao kriterijsku mjeru za analizu novih testova koji trebaju procjenjivati eksplozivnu snagu tipa bacanja, čime zapravo ukazuju da su testovi eksplozivne snage s bacanjem medicinske lopte postali zlatni standard u procjeni ove motoričke sposobnosti. Međutim, u nekim studijama istraživači ispituju pouzdanost i valjanost navedenih testova na uzorcima ispitanika kod kojih nije često prisutan trend testiranja ove sposobnosti. Tako primjerice Davis i suradnici (Davis, Kang et al., 2008.) analiziraju pouzdanost i valjanost testa bacanja medicinske lopte kod djece predškolske dobi. To je vrlo zanimljiva studija s obzirom na to da su testiranja eksplozivne snage u ovom uzrastu relativno rijetka i ova se sposobnost u ovoj dobi zanemaruje kao potencijalno zanimljiva sposobnosti te se istraživanja više bave varijablama koje opisuju mogući zdravstveni fitness. Zanimljivo je da čak i u ovom uzrastu istraživanje pokazuje visoku pouzdanost testa bacanja medicinske lopte što ukazuje na to da su istraživači koji ovaj test koriste izravno potvrdili razmišljanja o kvalitetnim metrijskim karakteristikama ove varijable. Jedno od rijetkih istraživanja koje se bavi baš različitim oblicima bacanja medicinske lopte radili su Marković i suradnici (Markovic, Harasin et al., 2006.). Svrha same studije bila je utvrditi pouzdanost maksimalnih izbačaja medicinske lopte u tri različite manifestacije i to: izbačaj medicinske lopte – rukometno bacanje, sjedeći jednoručni izbačaj medicinske lopte i sjedeći izbačaj medicinske lopte s prsiju. Koeficijenti varijacije, koji i u ovom slučaju ukazuju na pouzdanost mjerenja, bili su vrlo visoki i kretali su se od 2.2 do 2.6%, a interclass korelacija kretala se oko 0.97. U studiji Markovića i suradnika dokazana je visoka pouzdanost i homogenost testiranja različitih oblika bacanja medicinske

lopte. Dodatnu vrijednost istraživanju definitivno donosi činjenica da je istraživanje napravljeno na relativno homogenom uzorku ispitanika. Vrlo slične zaključke donose Mayhew i suradnici (Mayhew, Bird et al., 2005.) koji su istraživali izbačaj medicinske lopte unazad i dokazali visoku pouzdanost mjerenja, te Stockbrugger i Haynell (Stockbrugger and Haennel, 2001.) koji su na uzorku odbojkaša i odbojkašica analizirali isti test (izbačaj medicinske lopte unazad preko glave) i dokazali visoku pouzdanost mjerenja . U skladu s ovim studijama su i zaključci ovdje prikazanog istraživanja gdje je potvrđeno da test bacanja medicinke u stajanju, kao i test bacanja medicinke u ležanju imaju vrlo visoku pouzdanost i zadovoljavajuću stabilnost odnosno homogenost mjerenja.

U konačnici može se tvrditi kako su testovi bacanja medicinske lopte upotrebljiva mjera u definiranju eksplozivne snage tipa izbačaja i da se mogu koristiti u vrlo širokom rasponu dobi i treniranosti ispitanika. Naravno, u nekim situacijama treba voditi računa o potrebi uvježbavanja putanje izbačaja (primjerice kod izbačaja iz ležanja), ali se ovaj problem može efikasno riješiti probnim pokušajima, kao i kondenziranjem rezultata mjerenja na maksimalni rezultat svakog ispitanika.

## **8. 2. Efekti tretmana**

### **8. 2. 1. Efekti tretmana – morfološke mjere**

Kao što je prethodno navedeno u poglavlju Rezultati i u tablicama prikazani su rezultati inicijalnog i finalnog stanja u varijablama kojima se procjenjivao morfološki status odnosno antropometrijske karakteristike ispitanika, koji su participirali u funkcionalnom treningu snage, tradicionalnom treningu snage i ispitanika koji su u istraživanje bili uključeni kao kontrolna skupina. U sva tri slučaja nisu zamijećene značajne promjene od inicijalnog do finalnog mjerenja ni u jednoj od analiziranih varijabli morfološkog statusa. Ovu činjenicu relativno je najlakše objasniti u slučajevima varijable tjelesne visine, a s obzirom na to da se radi o ispitanicima koji su završavali rast i razvoj, a uz to je i program trajao samo pet tjedana, bilo je gotovo nemoguće očekivati bilo kakve značajne promjene u longitudinalnoj dimenzionalnosti skeleta. Po pitanju promjena u varijabli tjelesne težine moguće je i bilo očekivati nekakve promjene, ali ukoliko se preciznije pogledaju analize promjena u mjerama masnog tkiva te u mjerama bezmasne mase (mišićnog tkiva) jasno je da nisu postojale pretpostavke koje bi i u jednoj od analiziranih skupina dovele do promjena u varijabli tjelesne težine. Puno precizniju sliku diferencijalnog, ali i generalnog utjecaja funkcionalnog i tradicionalnog treninga snage na promjene u morfološkim mjerama, a u usporedbi s kontrolnom skupinom koja nije provodila program vježbanja, daju podatci iz prikazanih višefaktorskih analiza varijance za ponovljena mjerenja u grafikonima 1 do 6. Zanimljivo je primijetiti kako i pored izostanka značajnih efekata, grupa koja je provodila tradicionalni trening snage ostvaruje blagi pad u mjerama masnog tkiva uz istovremeni blagi porast u mjeri bezmasne mase tijela što je praćeno zadržavanjem tjelesne težine. Jasno je kako se ne radi o gubitku mišićnog tkiva, već je došlo do blagog pada masnog tkiva i blagog porasta mišićnog tkiva s obzirom na to da je tjelesna težina zadržana na istoj vrijednosti. Još jednom treba naglasiti da se radi o promjenama koje se trebaju uzeti s rezervom teda se radi o rezultatima koji ni u jednom slučaju nisu dosegli statističku značajnost. To u ovom istraživanju u konačnici nije niti bio cilj. Naime, dosadašnja istraživanja koja su se bavila utjecajem funkcionalnog treninga na promjene u morfološkoj strukturi vježbača vrlo rijetko su ukazala na značajne morfološke promjene, bilo u mjerama potkožnog masnog tkiva, bilo u mjerama koje su trebale predstaviti količinu mišićnog tkiva. Primjerice, u istraživanju su koje su objavili Janot i suradnici (Janot, Weiss et al., 2010.) autori pored velike baterije motoričkih testova, analizirali i niz morfoloških mjera. Premda se radilo o vrlo heterogenom uzorku pa se s tim u vezi moglo očekivati i dobivanje značajnih promjena u pojedinim morfološkim varijablama, u ovom istraživanju autori nisu dobili značajne promjene ni u jednoj od morfoloških varijabli, osim u mjeri opsega ramenog pojasa. Ta varijabla vrlo rijetko se koristi kako bi opisala bilo stanje mišićne mase bilo stanje potkožnog masnog tkiva pa je autor ovog rada skloniji navedenu značajnu promjenu pripisati pravilnijem tjelesnom držanju koje je omogućilo dobivanje značajne razlike u opsegu ramenog obruča, nego nekakvim



promjenama same morfološke strukture, bilo da se radilo o masnom tkivu, bilo da se radilo o mišićnoj masi i/ili njihovom odnosu. S druge strane nekoliko morfoloških mjera, u prvom redu opsega tjelesnih regija, značajno se promijenilo pod utjecajem tretmana i to kod skupine koja je provodila tradicionalni trening snage. Treba ipak naglasiti da su ispitanici u studiji koju su objavili Janot i suradnici 2010. godine participirali u sedmotjednom trenažnom programu, ali ništa manje važno potrebno je naglasiti i to da je istraživanje uključivalo ispitanike koji nisu bili visoko trenirani, što je vidljivo iz njihovih rezultata motoričkih testova. Iz njih je naime očito da performanse u pojedinim testovima snage (sklekovi 16 do 20 ponavljanja; bench press maksimalno 40 – 50 kg itd.) ne predstavljaju visoko trenirane osobe. Preciznije, autor ovdje prikazanog istraživanja (premda ove mjere nisu korištene ovdje), može sa sigurnošću tvrditi da je prosječna vrijednost na ovim mjerama koje su prethodno navedene u uzorku ispitanika koji je participirao ovdje kud i kamo veće. S obzirom na dobro poznate zakonitosti krivulje razvoja (Sekulić i Metikoš, 2007.) jasno je kako se bitno veće vrijednosti promjene mogu očekivati kod ispitanika koji su participirali u studiji Janota i suradnika nego kod ispitanika koji su analizirani u ovdje prikazanom radu i istraživanju.

Ovo istraživanje jedno je od vrlo rijetkih koje se bavilo problemom promjena u morfološkim mjerama, a kod participanata koji su provodili funkcionalni trening snage. Naime, kao što je i prije rečeno, morfološke promjene u osnovi nisu cilj funkcionalnog treninga, a prvenstveno se razlog za izostanak odnosno za neočekivanje morfoloških promjena treba tražiti u relativno maloj energetskej potrošnji koja prati sam funkcionalni trening. Lagally i suradnici analiziraju fiziološke i metaboličke odgovore na kontinuirani funkcionalni trening (Lagally, Cordero et al., 2009.) pri čemu utvrđuju potrošnju kisika, razinu opaženog napora, koncentraciju mliječne kiseline, energetske potrošnje, kao i frekvenciju srca uz još neke metaboličke parametre te njima opisuju stanje metaboličkog odgovora i stanje energetske potrošnje tijekom funkcionalnog treninga. Konkretno uzimajući, funkcionalni trening koji su oni istraživali pokazao je stanje energetske potrošnje od okvirno 300 kcal na 30 minuta vježbanja. Prosječna frekvencija srca bila je relativno visoka i iznosila je 165 o/min, a laktati su se kretali od oko 4.5 mmol/l u pojedinoj trenažnoj jedinici. Treba međutim primijetiti kako je potrošnja kisika, a koja je možda i najbolji pokazatelj dugoročne mogućnosti potrošnje energije iznosila je 27 – 28 ml/kg/min. Ove vrijednosti ustvari ukazuju na relativno malu energetske potrošnju kojoj se dodatno treba pridodati činjenica da funkcionalni trening ne može dugo trajati. Naime, vježbe koje se izvode tijekom funkcionalnog treninga zahtijevaju visoku koncentraciju tijekom izvođenja (Powers, Buckley et al., 2004., Holviala, Sallinen et al., 2006., Behm and Kibele, 2009., Gine-Garriga, Guerra et al., 2010.) te samim tim vježbači ne mogu participirati u dugotrajnim funkcionalnim treninzima pa funkcionalni trening treba svesti na relativno kratko trajanje. Uz ovakve uvjete teško je očekivati visoku kalorijsku potrošnju i teško je očekivati izgradnju mišićnog tkiva ili razgradnju masnog tkiva. S druge strane očigledni su minimalni, premda ne i značajni efekti, tradicionalnog treninga snage na promjene u morfološkoj građi. To se manifestira kroz blago smanjenje količine masnog tkiva uz minimalno povećanje količine bezmasne mase što je u skladu su s poznatim

teorijama o mogućnosti ostvarivanja velike potrošnje energije koja se javlja kod tradicionalnog treninga. Konačno, i prethodno diskutirano istraživanje koje su objavili Janot i suradnici potvrđuje ovu ideju, prvenstveno s obzirom na to da je kod niza morfoloških mjera uočena značajna promjena od inicijalnog do finalnog mjerenja i to upravo kod grupe koja je provodila tradicionalni trening snage. Pored povećanja ukupne tjelesne mase primarno se radi o povećanjima opsega, a što ukazuje na određeni stupanj hipertrofije miškulature. Naravno, i ovom slučaju treba naglasiti da se radilo o slabije treniranom uzorku ispitanika u odnosu na istraživanje koje je u ovom radu prezentirano. Pri tome je važno istaknuti da je prvotna studija trajala dva tjedna dulje od ovdje istraživane.

Prema rezultatima pojedinačnih, ali i diferencijalnih analiza promjena, izgleda da je kontrolna skupina koja je analizirana u ovom radu pažljivo pratila upute koje su joj date u pogledu režima kojem su trebali biti podvrgnuti u razdoblju od pet tjedana. Naime, ovim ispitanicima (studenti kineziologije) rečeno je da tijekom trajanja perioda od pet tjedana provode svoje uobičajene aktivnosti koje su provodili i do tada bez povećanja ekstenziteta odnosno intenziteta rada. S obzirom da se radilo o studentima koji su do tada već bili obavili sve praktične obaveze na studiju, jasno je da se radilo o eventualno rekreativnom bavljenju sportom.

## 8. 2. 2. Efekti tretmana – mjere ravnoteže

Ravnoteža je motorička sposobnost koja je u posljednje vrijeme pod izuzetno velikim interesom istraživača i stručnjaka u sportu te sportskoj znanosti (Robbins and Waked, 1997., Hrysonmallis, 2007., Vrbanic, Ravlic-Gulan et al., 2007., Register-Mihalik, Mihalik et al., 2008.). Osnovni razlozi trebaju se tražiti u činjenici da je precizna analiza sportova i sportskih disciplina, a pogotovo ako se gledaju sportske igre pokazala kako je ravnoteža nesumnjivo jedan od faktora koji izravno pridonosi uspješnosti i natjecateljskoj efikasnosti (Kioumourtzoglou, Derri et al., 1998., Hrysonmallis, 2011.). Za ovu tvrdnju može se naći veliki broj empirijskih nalaza koji su utemeljeni na znanstvenim istraživanjima koja su se ovim problemom bavila, ali još više u svakodnevnoj trenažnoj praksi u najrazličitijim sportovima, od onih u kojima ravnoteža izravno pridonosi sportskoj izvedbi (sportska i ritmička gimnastika, borilački sportovi), pa do onih u kojima ravnoteža učestvuje kao kofaktor izvedbe drugih motoričkih sposobnosti (različite manifestacije agilnih kretnih struktura u sportskim igrama, kao što su nogomet, košarka, odbojka i sl.). Drugi razlog zašto se ravnoteža u posljednje vrijeme vrlo intenzivno proučava u kontekstu sporta jest činjenica da su precizne analize ozljeda koje se događaju u sportovima dokazale kako je ravnoteža u velikom broju slučajeva sposobnost čija visoka razina predstavlja kao vrlo jasan preventivni faktor u ozljeđivanju sportaša. Dakle, u sportovima u kojima se javljaju ozljede donjih ekstremiteta, pokazalo se kako ravnoteža igra značajnu preventivnu ulogu u ozljeđivanju (Hrysonmallis, 2007., Vrbanic, Ravlic-Gulan et al., 2007.). Dodatno, svaki izostanak s treninga iz bilo kojeg razloga dokazano dovodi do poremećaja u stanju ravnoteže pa je ravnotežu u tim slučajevima potrebno brzo povratiti na standardnu razinu. Potrebno je znati i kako svaka promjena morfološke građe, bez obzira radi li se o „pozitivnim promjenama“ (rast, porast količine mišićnog tkiva, smanjenje količine masnog tkiva) ili pak „negativnim promjenama“ (porast masnog tkiva) dovodi u konačnici do poremećaja u sustavu održavanja ravnoteže (Sekulić i Metikoš, 2007.) što naposljetku uvijek ima negativne posljedice na sportsku izvedbu. Ideja ovog rada stoga je bila ukazati na moguće efekte funkcionalnog treninga u smislu poboljšavanja i/ili održavanja ravnoteže kod osoba koje su uključene u ovaj sustav treninga. Promjene koje su dobivene međutim nisu potvrdile ovu ideju. Ni u slučaju indeksa održavanja ravnoteže, niti u slučaju indeksa uspostavljanja narušene ravnoteže, skupina koja je provodila funkcionalni trening nije ostvarila diferencijalne učinke, a u odnosu na skupinu koja je provodila tradicionalni trening, pa tako ni na skupinu koja je u ovom istraživanju razmatrana kao kontrolna skupina. Za ovu pojavu može se pronaći nekoliko razloga koji će biti ukratko diskutirani u daljem tekstu.

Funkcionalni trening u svojoj osnovi jest trening koji se izvodi u nestabilnim uvjetima. Upravo u toj karakteristici ova vrsta treninga znatno je različita od tradicionalnog treninga snage. Nema sumnje da ovakav pristup podrazumijeva i rad s manjim težinama jer nestabilni uvjeti izvođenja svake pojedine vježbe ustvari određuju nemogućnost rada s velikim opterećenjima. Funkcionalni trening sam po sebi je postao vrlo popularan upravo jednim dijelom iz tog razloga. Naime, manja opterećenja kojima se izvode vježbe uvjetuju i manji

stres i manje mogućnosti ozljeđivanja, a nestabilni uvjeti u kojima se vježbe izvode hipotetski mogu pridonijeti poboljšanju ravnoteže kod ispitanika. S druge strane, a upravo iz tih razloga testovi ravnoteže vrlo često su primjenjivani u istraživanjima u kojima se analiziralo utjecaj funkcionalnog treninga na različitim populacijskim skupinama. U već i prije diskutiranom istraživanju Janota i suradnika iz 2010. godine primijenjeni su testovi ravnoteže te skupina koja je provodila funkcionalni trening značajno je napredovala u odnosu na svoje inicijalno mjerenje. Međutim, zanimljivo je da je u ovom je istraživanju i grupa koja je provodila tradicionalni trening snage značajno napredovala u ravnoteži. Autor ovog rada gotovo da ne dvoji kako su upravo prethodno diskutirani razlozi (veliki varijabilitet u izboru ispitanika, kao i relativno loša inicijalna treniranost ispitanika) doveli do ovakvih rezultata u pogledu napretka u ravnoteži. Dodatno, Janot i suradnici nisu izvijestili kakva je pouzdanost i stabilnost mjerenja u mjerama ravnoteže pa se može s velikom vjerojatnošću govoriti o tome da su ispitanici (ukoliko test nisu prije izvodili) od inicijalnog do finalnog mjerenja u njihovoj studiji jednostavno test ravnoteže naučili. Ovo je logično moglo imati i reperkusije na poboljšanje rezultata u testu ravnoteže.<sup>2</sup> Hipotetski glavna prednost funkcionalnog treninga bila bi u tome da različite mišićne grupe bivaju simultano aktivirane, što u stvari puno bolje odražava obrazac mišićnog aktiviranja prilikom svakodnevnih i sportskih aktivnosti pa bi s tim u vezi ova vrsta treninga trebala imati i pozitivne efekte na niz motoričkih manifestacija (Holtermann, Jorgensen et al., 2010.). Međutim, program treninga koji je primjenjivan u ovdje prikazanom radu te sam izbor vježbi koje su korištene u istraživanju, iz ove perspektive gledano, nije bio pogodan za unapređenje ravnoteže. Naime, izabrane vježbe koje su se izvodile nisu bile primarno fokusirane na donje ekstremitete. Vježbe se jesu izvodile u nestabilnim uvjetima, ali se to prvenstveno odnosilo na nestabilne uvjete kojima je bio izložen gornji dio tijela (ruke, rameni pojas i trup) dok je donji dio tijela (skočni zglobovi, koljeno i kuk) u većini vježbi bio koliko toliko stabilan, to jest vježbe su se izvodile u relativno stabilnom položaju ravnoteže. Ovakav pristup nije vrlo vjerojatno omogućio adekvatno aktiviranje proprioceptorskih struktura u donjim ekstremitetima, a koje su prvenstveno odgovorne za održavanje ravnoteže u motoričkim manifestacijama koje su se testirale na Biodex balance sistemu u ovom radu. Vrlo vjerojatno najopsežniju studiju po pitanju utjecaja funkcionalnog treninga i usporedbe funkcionalnog treninga i tradicionalnog treninga snage na pojedine dimenzije snage i balansa (ravnoteže) proveli su Behm i Kibele (Behm and Kibele, 2009.). Autori su u tom radu pratili sedmotjedni program vježbanja koji se izvodio bilo u stabilnim, bilo u nestabilnim uvjetima i analizirali diferencijalne efekte na različite manifestacije snage, ravnoteže i sprinta – brzine trčanja.

Oba treninga izazvala su značajne promjene u smislu poboljšanja izvedbe statičkog i dinamičkog testa ravnoteže (hodanje po gimnastičkoj gredi), ali nisu uočeni značajni diferencijalni efekti ni kod jedne od mjera. Dakle, obje grupe značajno su napredovale u analiziranim mjerama bez diferencijalnog učinka vježbanja. Ovo je jednim dijelom potvrđeno

---

<sup>2</sup> Podsjetimo se da je trend učenja testa ravnoteže bio prisutan i u našem istraživanju, ali je testiranje u našem slučaju rađeno kroz tri čestice i kondenzacija je provedena kroz najbolji rezultat mjerenja, pa je ovaj utjecaj minimiziran.

i u ovdje prezentiranom istraživanju, a pogotovo ako se uzme u obzir da je korištena potpuno identična metodologija statističke obrade rezultata. Zanimljivo je da su Behm i Kibele istraživali dulji trenažni program (7 tjedana), ali su očito prema rezultatima samog testiranja u motoričkim mjerama (35 do 40 sklekova te trbušnjaka – pregiba trupa) radili s bitno slabije treniranom skupinom ispitanika, nego je to bio slučaj ovdje. Stoga se u njihovom istraživanju moglo očekivati kud i kamo veći trenažni efekti, nego je to bio slučaj u našem istraživanju. Kao što je već rečeno, osim generalnih promjena nisu uočeni diferencijalni efekti što ide u prilog prethodno diskutiranim razlozima o izostanku diferencijalnih efekata tretmana u našem istraživanju.

### **8. 2. 3. Efekti tretmana – parametri skočnosti**

Eksplzivna snaga tipa skočnosti i izvedba eksplozivne snage tipa skočnosti postala je jedna od glavnih determinanti sportske uspješnosti u sportovima i aktivnostima u kojima je potrebno efikasnost manifestirati naspram nekog cilja postavljenog na određenoj visini (primjerice košarka) ili prepreke koja se nalazi na određenoj visini (primjerice mreža u odbojci ili protivnički blok u rukometu) (Hoffman, Stavsky et al., 1995., Matavulj, Kukulj et al., 2001., Oxyzoglou, Kanioglou et al., 2007., Impellizzeri, Rampinini et al., 2008., Marquez, Masumura et al., 2009., Sheppard, Dingley et al., 2011.). Čak je i u drugim sportovima odnosno sportskim aktivnostima eksplozivna snaga tipa skočnosti vrlo izraženo, što se vidi i u slučajevima kad nema izrazito velike potrebe za ostvarivanjem efikasnosti na određenoj visini (primjerice nogomet) (Kotzamanidis, Chatzopoulos et al., 2005., Impellizzeri, Rampinini et al., 2008.). Osnovni problem razvoja eksplozivne snage tipa skočnosti nalazi se u činjenici da je ona u velikoj mjeri određena genskim predispozicijama samog sportaša. Radi li se o potpuno genski određenoj sposobnosti ili samo djelomično genski određenoj sposobnosti, činjenica je da je jedna od glavnih odrednica eksplozivne snage tipa skočnosti zapravo odnos mišićnih vlakana u ukupnoj količini mišićnog tkiva. Izvjesno je kako će povećana količina odnosno povećani postotak brzo kontrahirajućih mišićnih vlakana imati izravno pozitivne reperkusije na realizaciju eksplozivnih manifestacija tipa skočnosti, dok će s druge strane povećana količina odnosno postotak sporo kontrahirajućih mišićnih vlakana imati pozitivne posljedice na manifestaciju izdržljivosti, ali će biti negativno koreliran s uspješnošću u manifestacijama eksplozivne snage (Fry, Webber et al., 2003., Gray, De Vito et al., 2006., Beck, Housh et al., 2007.). Ovo je, kao što se može vidjeti iz navedenih radova do sada, empirijski potvrđeno velikim brojem znanstvenih istraživanja koja su provedena na vrlo različitim uzorcima ispitanika od mlađih do starijih uzrasnih kategorija, aktivnih ili neaktivnih sportaša i to kod oba spola. Fiziološke osnove razvoja eksplozivne snage tipa skočnosti relativno su kompleksne i kreću se od same strukture mišića, preko odnosa poluga i duljih ekstremiteta, a koje kompleksno nelinearno utječu na biomehaničke karakteristike skoka (Sekulic, Zenic et al., 2005.) pa konačno do intermuskularne i intramuskularne koordinacije

kao neminovnih determinanti u manifestacijama skočnosti. Preciznije rečeno, svaka manifestacija skočnosti, bilo da se radi o skoku u vis s ili bez zamaha u različitim položajima starta, podrazumijeva uključivanje vrlo dugačkog kinetičkog lanca koji je određen velikim brojem zglobnih sustava i pripadajuće muskulature (Halme, Parkkisenniemi et al., 2009.). Minimalno u uvjetima laboratorijskog testiranja moguće je izolirati dva zgloba kod izvedbe vertikalnog skoka, ali se u pravilu radi o nizu zglobnih tijela i mišića, što obavezno uključuje stopalo i skočni zglob, koljeni zglob i zglob kuka, kralježnicu sa svim pripadajućim dijelovima, a nerijetko i rameni zglob s obzirom da se skokovi nerijetko izvode uz zamah rukama. Ne treba dodatno objašnjavati da ovakva manifestacija pored neminovne potrebe za ekscitacijom velikog broja motoričkih jedinica i s tim povezanom proizvodnjom maksimalne sile, povlači za sobom potrebu za preciznom intermuskularnom i intramuskularnom koordinacijom prilikom izvođenja kretnje. Ovo je vjerojatno najbolje predstavljeno kroz činjenicu da se u testu skoka u dalj, a koji se gotovo uvijek koristi u svrhu testiranja eksplozivne snage kod mlađih uzrasta, podrazumijeva jednako mjera eksplozivne snage koliko i mjera koordinacije (Halme, Parkkisenniemi et al., 2009.). Konkretno gledajući, ne može se očekivati da će izostanak koordinacije moći biti nadomješten eksplozivnom snagom, ali i obrnuto. Zato ne trebaju čuditi studije koje su se ovim problemom izravno bavile i koje su definirale koliko upravo intermuskularna i intramuskularna koordinacija utječu na manifestaciju različitih tipova skokova (Alegre, Lara et al., 2009.). Upravo zato bilo je zanimljivo istraživati utjecaj tradicionalnog i funkcionalnog treninga snage na performanse skokova. Ideja je bila da će tradicionalni trening snage povećati energetske komponentu prilikom izvođenja skokova, dok bi funkcionalni trening snage po logici i teoriji trebao djelovati na intermuskularnu i intramuskularnu koordinaciju (Janot, Weiss et al., 2010.). Konačno, i jedan i drugi trening mogli bi pozitivno djelovati na povećanje rezultata u performansama skokova, ali temeljem različitih mehanizama neuralne adaptacije. Rezultati su međutim samo jednim dijelom potvrdili inicijalne hipoteze. Tako u većini varijabli koje su analizirane u ovom radu nisu dobivene ni značajne parcijalne niti značajne diferencijalne promjene i razlike. Kod nekih varijabli primjećuju se određeni trendovi, ali u većini slučajeva ti su trendovi identični trendovima koji su uočeni i kod kontrolne grupe, ili bolje rečeno nisu statistički značajno različiti od trendova kontrolne skupine. Ipak nisu sve hipoteze koje su inicijalno postavljene i krive. U prvom redu radi se o utjecaju tradicionalnog treninga snage na povećanje komponenti sile, to jest povećanje energetske kapaciteta mišića, a koji se prepoznaje kroz određene parametre analizirane u ovom radu. Tako je u značajnom porastu parametar faktora snage (PWR FACT MAX), a u značajnom je padu što označava poboljšanje rezultata parametar kontaktnog vremena s tlom. U oba slučaja radi se o značajnim promjenama koje su uočene samo kod grupe koja je provodila tradicionalni trening snage. Ovi efekti su i diferencijalno značajni. Ove promjene međutim nisu prouzročile značajni napredak u manifestaciji vertikalnog skoka, a o razlozima će se kratko diskutirati u daljnjem tekstu.

Kao što je već prije rečeno, ideja ovog rada bila je utvrditi diferencijalni utjecaj tradicionalnog i funkcionalnog treninga snage, a s obzirom na fiziološku osnovu kojom ova

dva treninga snage diferencijalno djeluju na razvoj fizičkih performansi. Tradicionalni trening snage dokazano djeluje na poboljšanje energetske kapaciteta u mišićima. To se prema rezultatima pokazatelja eksplozivne snage tipa skočnosti ovdje i potkrijepilo. Mišići ispitanika koji su participirali u tradicionalnom treningu snage očito proizvode bitno veću silu prilikom skoka u vis, nego je to bio slučaj u inicijalnom mjerenju prije tretmana. To je sigurno jednim dijelom određeno i smanjenjem vremena kontakta s podlogom prilikom izvedbe skoka, ali se može kazati da u puno većoj mjeri vrijedi i obrnuto. Povećanje energetske kapaciteta uvjetovalo je proizvodnju veće sile koja je tijelo brže odvojila od podloge, nego je to bio slučaj u inicijalnom mjerenju. Naravno, ovo se odnosilo samo na grupu koja je provodila tradicionalni trening snage. Postavlja se međutim pitanje zašto nije došlo do istovjetnih promjena kod grupe koja je provodila funkcionalni trening snage, s obzirom da bi po logici samog treninga kod ove grupe trebalo doći do povećanja intramuskularne i intermuskularne koordinacije u mišićima. Vrlo vjerojatno jedan od razloga za ovu pojavu je i činjenica da je testiranje koje je provođeno u smislu analize skakačkih performansi uključivalo izvedbu skoka iz čučnja (squat jump). Kod ove manifestacije puno je manja mogućnost manifestiranja intermuskularne i intramuskularne koordinacije. Autor je sklon tvrditi kako je puno veći dobitak u povećanju energetske kapaciteta mišića, što je u ovom istraživanju postigla grupa koja je provodila tradicionalni trening jer je radila s velikim težinama i visokim intenzitetom rada. Veliko je pitanje kako bi parametri izvedbe skoka izgledali da se provodilo testiranje drugom procedurom skoka, kao što je primjerice skok sa zamahom (countermovement jump) ili skok u dalj sa zamahom. Sama izvedba testa koji je analiziran u ovom radu (skok iz čučnja) podrazumijeva upravo potrebu za manifestiranjem velike sile jer se test izvodi iz mirovanja, a ne prethodi joj ekscentrična kontrakcija u kojoj se manifestira stretch shortening cycle fenomen (Taube, Leukel et al., 2011.). Dosadašnja istraživanja također su pokušala utvrditi pojavu transformacijskih efekata uslijed funkcionalnog treninga (trening u nestabilnim uvjetima) na promjene parametara eksplozivne snage tipa skočnosti. Behm i Sparkes (Behm and Sparkes, 2010.) analiziraju rekreativni uzorak ispitanika i promatraju efekte tradicionalnog i funkcionalnog treninga na pojedine parametre mišićnog fitnesa, a između ostalog i na pokazatelje skočnosti primjenom skoka sa zamahom (countermovement jump). Rezultati njihove studije ukazali su na minimalno povećanje rezultata i u skupini koja je provodila tradicionalni i u skupini koja je provodila funkcionalni trening snage, a bez značajnih razlika među skupinama. Međutim, osnovnu razliku između njihove i naše studije treba tražiti u činjenici da su ispitanici u njihovom radu bili, kako i sami autori navode, „rekreativno aktivne osobe“, a o razini njihove treniranosti najbolje govore rezultati samog testa skočnosti. Naime, skok u vis sa zamahom je test procedura u kojoj se postižu minimalno 20% bolji rezultati nego u testiranju skoka iz čučnja. Ispitanici iz studije Behma i Sparkesa postigli su međutim slabije rezultate u skoku sa zamahom nego su naši ispitanici postigli u skoku bez zamaha. U ovakvim uvjetima jasno je da je puno lakše očekivati statistički značajan napredak koji će se prema fenomenu krivulje razvoja u daljem periodu usporiti i zaustaviti. Drugo, a kao što je prije diskutirano, pretpostavlja se kako skok sa zamahom podrazumijeva veću potrebu za intermuskularnom i intramuskularnom

koordinacijom pa samim tim podrazumijeva i mogućnost da se efekti treninga u nestabilnim uvjetima i uoče. Ovo treba u svakom slučaju imati na umu prilikom budućih istraživanja efekata funkcionalnog treninga na skakačke performanse.

Studije su pokazale kako visoko trenirani pojedinci nemaju jednaku količinu trenažnog stresa tijekom funkcionalnog treninga, kao što trenažni stres ostvaruju netrenirani pojedinci. Wahl i Behm mjerili su tako EMG aktivnost (Wahl and Behm, 2008.) tijekom različitih izvedbi vježbanja na nestabilnim platformama kod 16 visoko treniranih ispitanika. Rezultati njihove studije ukazali su da ne postoje značajne razlike u mišićnoj aktivnosti s upotrebom umjereno nestabilnih aparata, čime su autori pokazali da upotreba ovakvih trening pomagala (hemisferični diskovi) ne izaziva značajnu aktivaciju neuromuskularnog sistema kod visoko treniranih ispitanika. U skladu s njihovim zaključkom može se napomenuti kako vrlo vjerojatno zbog činjenice da visoko trenirani pojedinci imaju već određenu visoku razinu ravnoteže i visoku razinu adaptacije na trenažno opterećenje, kod takvih ispitanika mogu izostati i efekti trenažnog rada u malo do umjereno nestabilnim uvjetima. Ovu su hipotezu izravno potvrdili i prije citirani Behm i Sparkes koji su također mjerili EMG aktivnost u izvođenju vježbi u malo ili umjereno nestabilnim uvjetima, ali ovaj put kod slabije treniranih ispitanika, nego je to prethodno bio slučaj i pokazali da ovakvo vježbanje ovakvom uzorku izaziva sasvim dostatan trenažni stimulus neuromuskularnog sistema i da se može efikasno primjenjivati kod mlađih odraslih osoba bez prethodnog iskustva u treningu s vanjskim opterećenjem. Naravno, to ni po čemu nije vezano za uzorak ispitanika koji je analiziran u ovom radu s obzirom na to da su ispitanici uključeni u ovu studiju bili relativno dobro trenirani i iskusni vježbači s dobrom tehnikom.

#### **8. 2. 4. Efekti tretmana – agilnost**

Kao što je već nekoliko puta naglašeno jedan od osnovnih ciljeva ovog rada i istraživanja bio je utvrditi eventualne efekte funkcionalnog i tradicionalnog treninga snage na varijablama performansi, to jest varijablama koje same po sebi mogu biti prepoznate kao potencijalno važne u izvedbi u pojedinim sportovima odnosno sportskim aktivnostima. Sposobnost agilnosti zasigurno je jedna od takvih varijabli. Današnji sportovi, a pogotovo ako se radi o sportskim igrama u velikoj mjeri, određeni su različitim agilnim kretnim strukturama te samim tim podrazumijevaju određenu razinu u razvijenosti agilnosti. Promjena pravca odnosno smjera kretanja, a što je u osnovi sposobnost agilnosti, jedan je od zasigurno najvažnijih parametara sportske uspješnosti danas. To je i potvrđeno u nizu studija koje su se bavila problemom karakteristične sportske agilnosti u pojedinim sportovima (Barnes, Schilling et al., 2007., Benvenuti, Minganti et al., 2010., Zemkova and Hamar, 2010.). U samom početku ovog istraživanja u istraživanje su bile uključene dvije varijable agilnosti i to heksagon i agilnost trčanjem 5-10-5 metara. Međutim, heksagon test nije zadovoljio elementarnim metrijskim karakteristikama i to u prvom redu po pitanju pouzdanosti



mjerenja, pa rezultati ovog testa i ovaj test nisu korišteni u daljim obradama, pa tako ni u analizi apsolutnih i diferencijalnih efekata tretmana. Stoga će se ovdje prodiskutirati o apsolutnim i diferencijalnim efektima na varijabli agilnog kretanja 5-10-5 metara. Kao što je već prije navedeno, vrijednosti se kod ove varijable nisu značajno promijenile od inicijalnog do finalnog mjerenja i to kako po pitanju grupe koja je provodila funkcionalni trening, tako i kod grupe koja je provodila tradicionalni trening snage, a promjene nisu uočene niti kod grupe koja je u istraživanju participirala kao kontrolna skupina. Premda se u ovom trenutku, a s obzirom na samo jednu manifestaciju agilnosti od velikog broja manifestacija agilnosti koje postoje generalno, vrlo teško može govoriti o izostanku utjecaja na agilnost kao motoričku sposobnost. Za izostanak promjena od inicijalnog do finalnog mjerenja, a pod utjecajem tretmana tradicionalnog ili funkcionalnog treninga mogu se izdvojiti poneki razlozi. U tu svrhu potrebno se kratko osvrnuti na istraživanja koja su se ovim problemom bavila do sada. Već je spomenuto istraživanje Janota i suradnika koji su također u uzorku varijabli uključili varijablu agilnosti u analizu diferencijalnih efekata tradicionalnog i funkcionalnog treninga snage. Zanimljivo, ali ni u njihovom istraživanju koje je trajalo dva tjedna dulje od ovdje prikazanog istraživanja, a i uzorak ispitanika predstavljali su ispitanici bitno slabije razine treniranosti nego u ovom istraživanju<sup>3</sup>, nisu zabilježene značajne promjene u agilnosti od inicijalnog do finalnog mjerenja, a pod utjecajem bilo koje vrste treninga. Drugo istraživanje koje se bavilo problemom utjecaja funkcionalnog treninga na promjene u mjerama agilnosti proveli su Yaggie i Campbell 2006. (Yaggie and Campbell, 2006.). U njihovoj studiji proveden je shuttle run test relativno kompleksnijeg kretanja, nego je bio slučaj u ovom radu. Ovaj test u njihovoj studiji je uključivao i promjene smjera kretanja od 90 i 180 stupnjeva, što kod nas nije bio slučaj. Autori su u tom radu analizirali 35 zdravih rekreativno aktivnih osoba (22 godine u prosjeku). I u ovoj studiji nisu zabilježena značajna unapređenja u mjeri agilnosti koja je primijenjena. Premda ni u jednoj od prethodno navedenih studija autori nisu ponudili detaljnija objašnjenja po pitanju očitog izostanka pozitivnih efekata na promjene u agilnosti, mada su one kao takve bile očekivane, autor ovog istraživanja pokušat će u kratkim crtama objasniti mehanizme koji bi mogli utjecati na poboljšanje agilnosti, te samim tim pojasniti razloge zašto do poboljšanja agilnosti nije došlo ni u ovom radu, a ni u prethodno spomenutim studijama drugih autora.

Bitno je diferencirati temeljnu agilnost od specifične odnosno situacijske. O temeljnoj agilnosti možemo govoriti s aspekta učinkovite i brze promjene smjera kretanja, dakle cijelog tjela bez gubitka ravnoteže i narušavanja strukture gibanja. Ona ovisi o eksplozivnoj snazi, međumišićnoj koordinaciji, vremenu reakcije, ravnoteži dinamičkog tipa, morfologiji i kvaliteti usvojenosti motoričkih programa.

---

<sup>3</sup> Sami istraživači kažu da se radilo o ispitanicima „niskog do umjerenog rizika“ prema ACSM, a umjereni rizik prema ACSM podrazumijeva „nisko aktivne ispitanike“, dok su ispitanici u ovom istraživanju bili studenti kineziologije. Dodatno, ispitanici u studiji Janota i suradnika postizali su rezultate od 20-ak sklekova, dok je primjerice norma na predmetima prve godine studija kineziologije 16 sklekova na ručama.

Agilnost je motorička sposobnost ovisna o nekoliko faktora motoričkog statusa. Prvo, ali ne i najvažnije, ovisi o eksplozivnoj snazi. Naime, svako pokretanje iz mirovanja, a u manifestacijama agilnosti takvih pokretanja ima veliki broj, podrazumijeva manifestaciju eksplozivne snage ili primjereno rečeno – uključivanje velikog broja agonističkih mišićnih skupina u što kraćem vremenu. Na taj način se zapravo efikasno pokreće tijelo u suprotnom ili drugačijem pravcu od pravca u kojem se do tada tijelo kretalo. Može se stoga pretpostaviti da agilnost u određenoj mjeri ovisi o eksplozivnoj snazi. To se i provjeravalo eksperimentalnim studijama koja su provedena do sada (Markovic, Sekulic et al., 2007.). Druga sposobnost o kojoj teoretski ovisi agilnost je koordinacija ili opseg i dubina motoričkih programa koji su pohranjeni u kinetičkoj memoriji osobe koja agilnu kretnju izvodi. Ovim problemom istraživači su se vrlo rijetko bavili, prvenstveno zbog toga jer bi za ovakvo istraživanje ispitanike trebalo podvrgnuti izuzetno velikoj bateriji testova koja bi uključivala različite testove koordinacije, a koji bi se onda stavili u relaciju s agilnosti. Naravno, to je vrlo teško očekivati s obzirom na poznate probleme mjerenja koordinacijskih sposobnosti (Sekulić, Metikoš, 2007). Treća sposobnost o kojoj teoretski ovisi agilnost je brzina kretanja. Ova sposobnost bi zasigurno mogla odrediti sposobnost agilnosti, ali gotovo isključivo u agilnim kretnim strukturama koje podrazumijevaju relativno veliki postotak pravocrtnog trčanja bilo naprijed bilo unatrag (Sheppard, Young et al., 2006.), a to naravno u testu koji je ovdje primjenjivan nije bio slučaj. Konačno, posljednja sposobnost o kojoj bi agilnost kao takva mogla izravno ovisiti je sposobnost održavanja ravnoteže. Istraživanja koja su se ovim problemom bavila također su izuzetno rijetka, a s obzirom na to da je sposobnost ravnoteže gotovo nemoguće mjeriti u terenskim uvjetima<sup>4</sup>, samim je tim svako ozbiljnije istraživanje ovakvog tipa usmjereno na sofisticiranu opremu. Međutim, hipotetski je jasno kako ravnoteža može igrati vrlo važnu ulogu u manifestaciji agilnosti, a pogotovo ako se radi o manifestaciji agilnosti u kojoj se rade vrlo kompleksne kretnje s okretima oko svoje osi koje ravnotežu dodatno narušavaju, a time izravno kompromitiraju i rezultat na testu agilnosti. U konačnici program koji se provodio u sklopu ovog istraživanja, kao što je već prije rečeno, nije utjecao na ravnotežu. Ravnoteža se dakle nije poboljšala u tolikoj mjeri da bi to eventualno dalo doprinos u manifestaciji agilnosti koja se mjerila. O razlozima zbog kojih se ravnoteža nije značajno poboljšala također se govorilo prethodno. Drugo, eksplozivna snaga tipa skočnosti poboljšala se isključivo kod grupe koja je provodila tradicionalni trening i to samo u nekim parametrima. Međutim, ti parametri nisu prouzročili pozitivnu promjenu u pravoj manifestaciji skočnosti, a to je visina vertikalnog skoka. Sila, to jest indeks snage se povećao, smanjilo se kontaktno vrijeme, ali to u konačnici nije rezultiralo promjenom maksimalne visine skoka. Naposljetku, a o čemu će se diskutirati naknadno, nisu zabilježena niti značajna poboljšanja brzine sprinta u ni jednoj od analiziranih grupa. Sve ovo ustvari je vrlo vjerojatno doprinijelo tome da se agilnost 5-10-5 metara nije promijenila od inicijalnog do finalnog mjerenja. Naravno, ne treba zanemariti ni činjenicu da je na rezultat u agilnosti hipotetski mogla utjecati i tehnika izvođenja agilnih kretnji koja se manifestira kod testa, ali

---

<sup>4</sup> O ovom je više riječi bilo u poglavlju kada se diskutiralo o metrijskim karakteristikama testova ravnoteže pa se ta diskusija neće ovdje ponavljati.



Funkcionalna agilnost je determinirana pravilima pojedine sportske grane, biomehaničkim zakonitostima gibanja i kriterijem situacije. Situacijski pristup je jedini pravi pristup u psihologijskoj znanosti pa tako i kod razvoja funkcionalne agilnosti. Ne smijemo gledati agilnost samo s aspekta tehničke i morfološke uvjetovanosti.

U situacijskom prostoru je esencijalno biti brz u pravo vrijeme.

### **8. 2. 5. Efekti tretmana – eksplozivna snaga bacanja**

Od dvije varijable kojima su procjenjivane dimenzije eksplozivne snage tipa bacanja, značajne promjene uočavaju se kod varijable bacanja medicinske iz ležanja sa statistički značajnim diferencijalnim efektima tretmana tradicionalnog treninga snage. I u drugoj varijabli koja sama po sebi više određuje performanse izvedbe, vidljiv je trend poboljšanja kod grupa koje su sudjelovale u eksperimentu, ali značajnost nije dosegla adekvatnu statističku razinu. Jasno je stoga kako je zapravo tradicionalni trening snage prouzročio promjene u kojima se poboljšala manifestacija apsolutne eksplozivne snage. U diskusiji rezultata eksplozivne snage tipa skočnosti već se jednim dijelom govorilo o mehanizmima fizioloških adaptacija koje se očekuju pod utjecajem tradicionalnog, odnosno pod utjecajem funkcionalnog treninga snage. Ukratko, tradicionalni trening snage trebao bi djelovati na poboljšanje energetske kapaciteta miškulature, a funkcionalni trening snage trebao bi djelovati na poboljšanje funkcionalnosti miškulature u smislu poboljšanja intramuskularne i intermuskularne koordinacije (Janot, Weiss et al., 2010.). Upravo rezultati u testovima apsolutne eksplozivne snage tipa bacanja upotpunjeni s rezultatima eksplozivne snage tipa skokova (dakle relativne eksplozivne snage) govore u prilog ovoj inicijalnoj ideji o učinkovitosti tradicionalnog treninga snage. Istraživanja koja su provedena u svijetu do sada, a koja su imala za cilj utvrditi efekte tradicionalnih sustava treninga snage uglavnom su potvrdila ideju kako trening snage ovisno o njegovoj izvedbi povećava energetske kapacitete mišića, a što može i ne mora biti praćeno hipertrofijom miškulature to jest povećanjem tjelesne mase (Brooks, Cloutier et al., 2008., Da Silva, Brentano et al., 2010.). Ovakvim treningom trenutni energetske potencijal mišića zasigurno biva veći, a s obzirom na opterećenja koja se svladavaju tijekom treninga koja su visokog intenziteta, pod uvjetom sustavnosti treniranja postižu se značajni napretci u velikom broju manifestacija snage (Hakkinen, Kraemer et al., 2002., Izquierdo, Hakkinen et al., 2005., Turbanski and Schmidtbleicher, 2010.). Neka istraživanja međutim dokazala su da te manifestacije snage ne moraju uvijek biti u korelaciji s pravim prirastom snage. Konkretno, manifestacija snage tipa skočnosti ne mora biti u korelaciji s prirastom snage u izvedbi čučnja s opterećenjem, jer se

nerijetko događa da kao posljedica treninga snage bude primjetan porast tjelesna mase, a što završno nema pozitivne reperkusije na izvedbu manifestacija skočnosti jer ispitanik treba svladati vlastitu tjelesnu masu, a što je izravno potkrijepljeno nizom studija koje su ispitivale odnose između prirasta tjelesne mase i manifestacija skočnosti, a koje su redovito dokazivale algometrijsku zavisnost među ovim varijablama (Pua, Koh et al., 2006.). Apsolutna snaga tipa bacanja je međutim drugo pitanje. Naime, bacanja podrazumijevaju svladavanje objekta fiksne mase. Ova činjenica zapravo ukazuje na to da eventualni prirast tjelesne mase ispitanika koji je podvrgnut trenažnom procesu neće imati negativne posljedice na manifestaciju eksplozivne snage kao što je bio slučaj u skočnosti (u kojoj ispitanik treba svladavati vlastitu tjelesnu težinu). Upravo zato trening snage tradicionalnog tipa redovito je ukazivao na poboljšanje apsolutne eksplozivne snage, a analogno tome i korelacija između tjelesne mase i apsolutne eksplozivne snage vrlo rijetko je algometrijskog tipa. Stoga rezultati dobiveni u ovom istraživanju ne začuđuju, s obzirom da je bacanje medicinke iz ležanja vrlo egzaktna mjera apsolutne eksplozivne snage ispitanika (Markovic, Harasin et al., 2006.). Nadalje se postavlja pitanje zašto funkcionalni trening nije prouzročio poboljšanje eksplozivne snage? Dosadašnja istraživanja ispivala su utjecaj funkcionalnog treninga na eksplozivne manifestacije (Janot, Weiss et al., 2010.), ali autor ovog rada nije uspio pronaći istraživanje koje se bavilo manifestacijom apsolutne eksplozivne snage i utjecaja funkcionalnog treninga na tu motoričku manifestaciju. Najbliže su ovoj temi bila istraživanja koja su u uzorak varijabli uključila testove maksimalne snage (vidi dalje), te jedno istraživanje koje se bavilo vrlo specifičnom manifestacijom eksplozivne snage tipa bacanja u nestabilnim uvjetima (bacanje medicinske lopte s jedne noge). U tom istraživanju Behm i Sparkes (Behm and Sparkes, 2010.) su analizirali adaptacije koje su povezane s osmotjednim programom vježbanja u nestabilnim uvjetima (funkcionalni trening), a analizirali su uzorak relativno slabo treniranih rekreativnih ispitanika<sup>5</sup>. Jedna od varijabli koju su autori uključili u uzorak bila je i prije navedena manifestacija eksplozivne snage bacanja medicinske lopte s jedne noge. Ispitanici su značajno napredovali u osmotjednom tretmanu bez diferencijalnih efekata tradicionalnog i funkcionalnog treninga. Za ovu pojavu značajnog efekta može se iskazati nekoliko objašnjenja. Prvo, ispitanici su u samom početku tretmana bili relativno slabo trenirani (tri ponavljanja bench press-a izvodili su s prosječnom težinom 54 kg, dok su ispitanici u ovoj studiji radili prosječno 11 ponavljanja s 80% vlastite tjelesne težine što je okvirno bilo 64 kg težine bench pressa) te se s tim u vezi mogao očekivati veliki numerički napredak u svim varijablama pa tako i u varijabli o kojoj smo prethodno govorili. Drugo, sam tretman je trajao nešto dulje (osam tjedana) nego tretman prikazanog istraživanja. Treće, i vjerojatno najvažnije, test kojeg su autori koristili u procjeni eksplozivne snage tipa bacanja vrlo je zanimljiv i specifičan i opisuje stvarnu funkcionalnost mišićne mase. Stoga iz ove perspektive jasno je kako bi to bacanje s jedne noge mogao biti vrlo pogodan test za procjenu efekata funkcionalnog treninga, a što su navedeni autori i potvrdili. S druge strane testovi bacanja koje smo mi koristili relativno su rigidni i ne uključuju potrebu za izrazitom stabilizacijom mišićne mase i zglobnih tijela na što bi po logici stvari funkcionalni trening

---

<sup>5</sup> O ovom istraživanju više je riječi bilo prije pa se dizajn studije neće preciznije objašnjavati ponovno.

trebao imati značajan utjecaj. Zato su za ovu svrhu pogodnija istraživanja koja su se bavila maksimalnom snagom, a s obzirom na poznatu korelaciju apsolutne eksplozivne snage i maksimalne snage. Tako su Behm i Kibele u analizi sedmotjednih efekata funkcionalnog treninga analizirali promjenu između ostalog u mjeri maksimalne snage čučnja (Behm and Kibele, 2009.). U tom periodu dobili su značajan napredak u ovoj mjeri. Opet, radilo se o nešto duljem istraživanju, ali što je još važnije radilo se o manifestaciji čučnja kod kojeg je poboljšanje funkcionalnosti miškulature značajan prediktor izvedbe, a s obzirom na dugi kinetički lanac koji je u testu uključen. Činjenica je da su u ovom istraživanju obje grupe koje su provele tradicionalni i funkcionalni trening snage podjednako napredovale. Međutim, diskusija koja je prethodno navedena, a odnosi se na potencijalni utjecaj produljenog tretmana, vrlo vjerojatno ima svoju opravdanost. Postoje vjerojatno i neki čisto praktični razlozi zbog čega funkcionalni trening koji je primjenjivan u ovom radu nije izazvao značajne transformacije tipa bacanja. Autor rada sklon je u ovom trenutku promatrati kritički sam program funkcionalnog treninga koji je provodjen. Kada se pogledaju vježbe, to jest trenažni stimulusi koji su u sklopu funkcionalnog treninga primjenjivani u pogledu transformacije, a koji su odabrani tako da se uspješno napravi paralelni – odgovarajući sustav tradicionalnog treninga<sup>6</sup>, jasno je kako se takvim pristupom zapravo limitiralo funkcionalni trening u potencijalnoj transformacijskoj efikasnosti. Preciznije rečeno, funkcionalni trening ima čitav niz sadržaja koji bi se mogli efikasno primijeniti, a da se tim sadržajima gotovo vrlo precizno simulira kretnja bacanja objekta zamahom rukama i trupom prema naprijed. Ovo su naravno kretnje koje izravno odgovaraju manifestacijama eksplozivne snage tipa bacanja. Što je još važnije, takvim manifestacijama, to jest takvim trenažnim stimulusima puno bi se preciznije i vrlo vjerojatno efikasnije djelovalo na transformaciju snage i funkcionalnosti miškulature, kao i zglobnih tijela upravo onih dijelova lokomotornog sustava koji su u bacanju uključeni, i to bi se sve napravilo oblicima kretnje koji su u bacanju prisutni (rotacijske i zasučne kretnje primjerice). Međutim u samom se dizajniranju eksperimenta pokušalo osmisliti trenažni proces u kojem će se paralelnim vježbama djelovati na razvoj pojedinih topoloških regija u tradicionalnom i funkcionalnom treningu. Očito su time limitirane mogućnosti funkcionalnog treninga i ograničena je njegova potencijalna transformacijska efikasnost.

Može se zaključiti kako je tradicionalni trening snage izazvao značajne promjene u apsolutnoj snazi tipa bacanja te je diferencijalno gledano ova vrsta treninga izlučila bolje rezultate od funkcionalnog treninga snage u ovoj motoričkoj manifestaciji. Ovo je izravno potvrda prethodno diskutiranog učinka tradicionalnog treninga snage na povećanje energetske kapaciteta mišića, a što je primijećeno i naznačeno kod analize promjena u parametrima eksplozivne snage tipa skočnosti. Osnovni razlozi za izostanak utjecaja funkcionalnog treninga snage na manifestacije eksplozivne snage tipa bacanja trebaju se vjerojatno tražiti u neprikladnom izboru sadržaja trenažnog rada, a s obzirom da su u ovom eksperimentu sadržaji trenažnog rada u funkcionalnom treningu snage odabrani s osnovnim ciljem oponašanja kretnji i vježbi koje se mogu primijeniti u tradicionalnom treningu snage.

---

<sup>6</sup> Sve vježbe tradicionalnog treninga imale su „istovjetne“ vježbe u funkcionalnom treningu.

Ovakav pristup gotovo sigurno je ograničio transformacijske efekte funkcionalnog treninga snage te ga se po mišljenju autora ovog rada treba izbjegavati u budućim istraživanjima sličnog tipa.

### **8. 2. 6. Efekti tretmana – sprint**

Varijable brzine trčanja i općenito mjere brzine trčanja na kratkim dionicama ukazuju na motoričku sposobnost koja se smatra jednom od najvažnijih determinanti uspjeha u suvremenom sportu (Greig, 2009., Rampinini, Sassi et al., 2009., Buchheit, Mendez-Villanueva et al., 2010.). Može se tako s velikom sigurnošću kazati kako većina danas najpopularnijih sportskih aktivnosti podrazumijeva veliku potrebu za izraženom brzinom sportaša. Nerijetko je brzina kretanja jedan od glavnih selekcijskih parametara u suvremenom sportu. Iz ovog razloga ne treba čuditi i veliki interes istraživača i stručnjaka u pogledu analize trenažnih programa kojima je cilj razvoj brzine kretanja i/ili brzine sprinta na kratkim dionicama. Brzina trčanja ili brzina sprinta teško da se može definirati kao zasebna motorička sposobnost. Puno je vjerojatnije da se unutar ove dimenzije nalazi čitav niz manifestacija i motoričkih sposobnosti koji u konačnici određuju rezultat u brzini sprinta. Tako je prva motorička sposobnost koja je korelirana s brzinom sprinta eksplozivna snaga (Harris, Cronin et al., 2008.). To ne treba biti nužno, čak manifestirano niti u trčanju, već je jasno da se isti fenomen može pratiti i u drugim vrstama kretanja, primjerice plivanju (Sharp, Troup et al., 1982.). Ovo je zbog toga jer se brzina sprinta realizira iz mirovanja pa to mirovanje treba svladati manifestacijom eksplozivne snage relativnog tipa. Druga sposobnost koja je u brzini sprinta izuzetno prisutna je brzina frekvencije pokreta jer kroz veću frekvenciju pokreta osoba ima veću mogućnost proizvodnje aktivne sile koja će ubrzavati tijelo u prostoru. Treća sposobnost, za koju se ekspertni treneri i znanstveni praktičari slažu da predstavlja jednu od glavnih odrednica brzine sprinta, je ravnoteža. Jasno je kako svako odstupanje od idealne putanje predstavlja zapravo dulji put, što konačno rezultira duljim vremenom u svladavanju neke dionice. Brzina sprinta konačno izuzetno ovisi o tehnici same izvedbe kretanja koja neminovno ovisi o intermuskularnoj i intramuskularnoj koordinaciji prilikom izvođenja sprinta (Jacobs and Schenau, 1992.). Stoga je jedan od ciljeva ovog rada bio utvrditi utjecaj tradicionalnog i funkcionalnog treninga snage na manifestaciju sprinta 10 i 20 metara, a uz to je praćena manifestacija sprinta od 10 do 20 metara s obzirom da je u toj varijabli vrlo vjerojatno isključen utjecaj eksplozivne snage koja bi hipotetski trebala najviše utjecati na prvu fazu trčanja, i to u prvom redu kretanja iz položaja mirovanja. Kako je već prije prikazano, grupa koja je provodila funkcionalni trening parcijalno gledano pogoršala je rezultat u sprintu na 20 metara. U ostalim skupinama nisu zabilježene značajne promjene u tri varijable kojima je procjenjivana brzina sprinta. U ovom slučaju međutim, pokazala se potpuna ispravnost metodološke procedure koja je primijenjena u analiziranju diferencijalnih efekata tretmana (višefaktorske analize varijance). Konkretno, višefaktorska

analiza varijance ukazala je da nema nikakvih značajnih efekata tretmana neovisno o tome što je prethodnom t-test analizom utvrđena značajnost razlika inicijalnog i finalnog mjerenja kod skupine koja je provodila funkcionalni trening. Naime, višefaktorska analiza varijance uzima u obzir u ovom slučaju i inicijalne razlike među skupinama ispitanika i promjene svih skupina uzetih u razmatranje. S tim u vezi nisu utvrđeni značajni efekti tretmana ni za jednu grupu. Ove razlike i promjene svih grupa zapravo su odredile konačne statističke značajnosti višefaktorske analize varijance. Stoga se može kazati kako ni tradicionalni, a ni funkcionalni trening snage nisu proizveli značajne efekte u smislu promjena u dimenzijama sprinta. Objašnjenje se može svesti na sljedeće razloge.

Ako se analiziraju varijable o kojima se prethodno diskutiralo, vidljivo je da nije uočen napredak u dimenziji eksplozivne snage relativnog tipa, a koja se izražava u brzini sprinta na 10 i 20 metara. Stoga je logično očekivati da je znatno smanjena i mogućnost utjecaja ove varijable na konačni rezultat u sprintu u finalnom mjerenju. Frekvencija pokreta se nije poboljšala jer ni jedan ni drugi sustav treninga nisu imali za cilj djelovati na ovu motoričku sposobnost. S ravnotežom je situacija jasna s obzirom da prethodne analize nisu ukazale na značajnost efekata tretmana. Jedini faktor koji se hipotetski mogao promijeniti bila je intermuskularna i intramuskularna koordinacija, a koja bi trebala utjecati na karakterističnu tehniku trčanja. Međutim poznato je kako su faktori intermuskularne i intramuskularne koordinacije „kretno specifični“. Vježbanje neke kretnje razvija intermuskularnu i intramuskularnu koordinaciju upravo u toj kretnji (Jacobs and Schenau, 1992.). Vrlo je teško očekivati da su kretnje koje su se provodile kroz funkcionalni trening, a koje su teoretski mogle djelovati na intermuskularnu i intramuskularnu koordinaciju mogle proizvesti višestruke pozitivne transformacijske efekte u ovim sposobnostima u manifestaciji brzine trčanja. Preciznije rečeno, trenažni sadržaji koji su se primjenjivali u funkcionalnom treningu nisu imali gotovo nikakvih sličnosti s trčanjem sprinta<sup>7</sup>. Kao potvrda ovom zaključku, može se izdvojiti istraživanje koje je već prethodno diskutirano, a u kojem su Behm i Kibele (Behm and Kibele, 2009.) analizirali utjecaj sedmotjednog programa funkcionalnog treninga. Jedna od varijabli koje su autori analizirali bila je varijabla sprinta na 20 metara. Ukratko, rezultati njihove studije ukazali su na nedostatan transformacijski učinak obaju vrsta treninga na promjene u brzini sprinta. Autori u tom radu nisu detaljnije razmatrali razloge zbog kojih do promjena nije došlo, ali se ti razlozi po mišljenju autora ovdje prikazanog istraživanja trebaju tražiti u prethodno diskutiranim faktorima.

Ostaje za zaključiti kako ni tradicionalni ni funkcionalni trening nisu dali značajne efekte u razvoju brzine trčanja sprinta, a razlozi za ovo su najvjerojatnije sljedeći. Prvo, izostali su efekti u eksplozivnoj snazi relativnog tipa, što je jedna od glavnih odrednica brzine trčanja sprinta. Drugo, ispitanici ni jedne od grupa nisu značajno napredovali u ravnoteži, što bi također mogao biti faktor koji određuje napredak u ovoj motoričkoj manifestaciji. Konačno, karakteristična intermuskularna i intramuskularna koordinacija nije se vrlo vjerojatno povećala u onom obliku u kojem bi mogla pozitivno djelovati na poboljšanje brzine trčanja

---

<sup>7</sup> Ovakve sličnosti mogle bi se očekivati recimo kod SAQ tehnologija treninga, ali one nisu primjenjivane u ovom istraživanju jer se pokušalo „izjednačiti“ tradicionalni i funkcionalni trening po pitanju izbora vježbi.



sprinta. S tim u vezi potrebno je napomenuti kako bi stoga bilo uputno u daljnjim studijama koje će se eventualno baviti ovakvom problematikom uključiti i određeni udio SAQ tehnologija treninga (Polman, Bloomfield et al., 2009.), a koje bi u kombinaciji s primijenjenim sustavom funkcionalnog treninga mogle proizvesti pozitivne efekte u brzini trčanja sprinta na kratkim dionicama. Još jedna mogućnost za bilježenje eventualno pozitivnih efekata vjerojatno se nalazi u potrebi testiranja brzine trčanja nakon određenog perioda, a ne neposredno nakon što je trenažni proces završio. Naime, poznato je kako je za manifestaciju maksimalne brzine kretanja potreban relativno dugačak period stabilizacije (u sportu se za ovaj fenomen koristi termin „tapering“), a koji se nije ostvario u ovdje prikazanoj studiji.

### **8. 2. 7. Efekti tretmana – repetitivna snaga**

Premda varijable repetitivne snage, kao što su broj zgibova, podizanja u bench pressu kao i broj pregiba trupa u 60 sekundi, nisu klasične varijable performansi, u ovom istraživanju one su se također pratile. Najvažnije što treba napomenuti je da su se ove varijable u istraživanju vezale uz ideju kako bi u ovim mjerama bilo logično očekivati veći napredak kod grupe koja je provodila tradicionalni trening snage. Ovo je u prvom redu zbog toga jer je ova grupa tijekom samog treninga i izvodila ove vježbe upravo u ovom obliku u kojem se izvode i pri testiranju. Međutim, rezultati apsolutnih, ali i rezultati diferencijalnih efekata tretmana pokazali su kako su trendovi napretka u ovim varijablama na strani funkcionalnog treninga. Preciznije rečeno, u varijabli broja zgibova uočeni su značajni diferencijalni efekti tretmana i to tako da je značajan efekt zabilježen kod grupe koja je provodila funkcionalni trening. Kod podizanja bench pressa, a premda su rezultati t testa za zavisne uzorke pokazali značajan napredak grupe koja je provodila funkcionalni trening, precizne analiza kroz višefaktorsku analizu varijance ukazuje na izostanak značajnih efekata tretmana. I u ovom slučaju, kao i u prethodno diskutiranoj brzini sprinta, multifaktorska analiza varijance za ponovljena mjerenja opravdala je svoju primjenu. Repetitivna snaga generalno vrijedi za sposobnost koja se relativno lako trenira i relativno lako razvija (Sekulić i Metikoš, 2007.). Fiziološke osnove razvoja ove motoričke sposobnosti su dobro poznate i svode se na dva mehanizma koji mogu prouzročiti povećanje repetitivne snage (Clarke, 1973., Williams and Jackson, 1977.). Mehanizam unapređenja živčano- mišićne kontrole i mehanizam strukturalnog unapređenja mišićnog tkiva, to jest mišićnih jedinica koje kretnju izvode (Sekulić, 2009.). Generalni prirasti u repetitivnoj snazi najveći su u periodima kad je spolni razvoj uznapredovao, a prvenstveno zbog toga jer su glavni anabolički hormoni u tom periodu u maksimalnoj funkciji i omogućuju kvalitetan razvoj mišićne mase. Ova pojava uvjetuje povećanu količinu mišićne mase, to jest radnih stanica i izravno djeluje na mogućnost manifestacije repetitivne snage. Međutim promjene u repetitivnoj snazi nisu isključivo uvjetovane promjenom u strukturi mišića to jest hipertrofijom. Repetitivna se snaga vrlo

efikasno razvija i nizom funkcionalnih metoda treninga koje nemaju učinak na razvoj miškulature, već su više orijentirane na poboljšanje živčano-mišićne funkcije i kontrole te na taj način izravno povećavaju repetitivnu snagu. Naime, jednako kao što je važno da mišić bude energetski sposoban obavljati rad, tako je važno i da mišićna struktura kvalitetno odgovori zahtjevima mišićnog rada koji se postavlja pred vježbača. Najveći problem u razvoju repetitivne snage primjenom funkcionalnih metoda (metode treninga koje povećavaju volumen miškulature) jest u tome što ove metode i ove vrste treninga zahtijevaju dug period rada, a prvenstveno zato jerse u njihovoj fiziološkoj pozadini nalazi proteinska sinteza kao metabolički proces (Loucks, 2004.). Ova se fiziološka pojava ne može očekivati u kratkom periodu, već je za efekte u tom smislu potreban period od minimalno 1 mjesec sustavnog rada. Osim treninga, neophodno je u primjeni ove metode posegnuti za određenom vrstom sredstava oporavka, to jest prehrambenih suplemenata. Naime, gotovo je nemoguće očekivati da će se ovim sustavima treninga, u ovom vremenskom intervalu te standardnom prehranom ostvariti mišićna hipertrofija, a koja je kao što je već rečeno osnova razvoja treniranosti primjenom strukturalnih metoda treninga. Klasična strukturalna metoda treninga snage jest upravo tradicionalni trening snage koji je primjenjivan u ovom radu. Međutim, jasno je kako ova metoda i ovaj sustav treninga nisu doveli do unapređenja performansi u pogledu repetitivne snage kroz period trajanja ovog eksperimenta. S druge strane funkcionalni trening omogućio je razvoj repetitivne snage premda, kao što je već rečeno, vježbe koje su primjenjivane tijekom funkcionalnog treninga nisu bile identične test procedurama u inicijalnom i finalnom testiranju repetitivne snage. Pretpostavlja se kako je funkcionalni trening omogućio razvoj živčano-mišićne kontrole i time više doprinio razvoju repetitivne snage nego tradicionalni trening snage u kojem su se primjenjivale identične vježbe koje su se aplicirale i kao testovi repetitivne snage. Dosadašnja istraživanja redovito su uključivala nekoliko testova repetitivne snage u analizu efekata funkcionalnog treninga. Tako su Janot i suradnici (Janot, Weiss et al., 2010.) analizirali utjecaj tradicionalnog i funkcionalnog treninga na dvije varijable repetitivne snage i na to broj sklekova i na broj trbušnjaka – pregiba trupa<sup>8</sup>. U prvom su testu dobili značajno unapređenje kod obje grupe, a u testu trbušnjaka značajno je napredovala grupa koja je provodila tradicionalni trening. Što je međutim razlog da je u njihovom programu i tradicionalna grupa unaprijedila repetitivnu snagu ruku i ramenog pojasa kao i prsnu miškulaturu? Vrlo se vjerojatno radi o relativno slaboj treniranosti, a o čemu je već bilo riječi i prije (20-ak sklekova maksimalno, što je, premda se ne radi o istoj mjeri, praktički jasno neusporedivo manje nego 11 ponavljanja s 64 kg bench pressa što su postizali naši ispitanici). S tim u vezi grupa koja je provodila tradicionalni trening snage je primjenivala vježbe koje se izvode u „standardnim uvjetima“ (fiksirani utezi i sprave). Takav sadržaj vjerojatno je predstavljao stimulus za razvoj živčano-mišićne kontrole. Pretpostavlja se kako je ta grupa na račun toga i unaprijedila repetitivnu snagu, ali ne treba zanemariti i određeni prirast koji su autori ovog rada zabilježili u opsezima tjelesnih regija, što sugerira na određeni stupanj hipertrofije miškulature

---

<sup>8</sup> Ovaj test repetitivne snage trupa nije bio identičan onom testu koji je primjenjivan u ovdje prikazanoj studiji, već se radio o testu „do otkaza“.

(zabilježeno samo kod grupe koja je provodila tradicionalni trening snage). U ovom pogledu je međutim jako zanimljiva studija koju su na relativno dobro treniranim ispitanicama proveli Oliver i Di Brezzo 2009. godine (Oliver and Di Brezzo, 2009.). Oni su analizirali utjecaj funkcionalnog treninga kod sveučilišnih sportašica i dobili značajan razvoj repetitivne snage mjerene brojem čučnjeva na jednoj nozi (što je u određenoj mjeri funkcionalni test), ali i brojem trbušnjaka. Objašnjenje koje su autori iznijeli zapravo se vrlo vjerojatno može prenijeti i kao objašnjenje za značajan napredak funkcionalne grupe u našoj studiji. Autori tako smatraju da su ispitanici koji su bili uključeni u funkcionalni trening unaprijedili snagu jezgre trupa (srednji dio trupa) i u njihovom slučaju stabilnost zdjelice. U našem slučaju vrlo vjerojatno se radi i o stabilnosti ramenog pojasa. Na ovaj način i unapređenjem ovih dimenzija snage zapravo su ispitanici koji su provodili funkcionalni trening smanjili potrošnju energije na stabilizatorima (sinergistima) izvedbe kretnje i na taj način omogućili efikasnije izvođenje kretnje od strane agonista i povećali rezultat u repetitivnim manifestacijama. Zbog čega do ovakve pojave nije došlo i u testu repetitivne snage trupa u 60 sekundi, vrlo vjerojatno se može objasniti na sljedeći način. Ovaj test izvodi se brzo, a oslonac je prilikom izvođenja testa relativno velik (u nekim dijelovima kretnje ispitanik je potpuno u dodiru s tlom, a to je ujedno i trenutak kad se u mišićima generira najveća sila). Potreba za stabilizacijom je u tom testu relativno neizražena. U konačnici s obzirom da se radilo o dobro treniranim ispitanicama, vrlo vjerojatno funkcionalni trening snage nije imao pozitivnog učinka na promjene u intramuskularnoj i intermuskularnoj koordinaciji jer je kretnja relativno jednostavna, a tradicionalni trening snage nije ostvario efekte jer se radilo o ispitanicama relativno visoke treniranosti. Ovo je i kod jedne i kod druge grupe zapravo uvjetovalo da su svaka na svoj način imale neadekvatan trenažni stimulus u razvoju mišićne mase trbušnog zida. Postavlja se pitanje zašto tradicionalni trening snage nije doveo do unapređenja u repetitivnoj snazi. Vrlo vjerojatno razlog treba tražiti u tome da je program trajao relativno kratko pa se nisu mogle ostvariti strukturalne promjene u obliku proteinske sinteze. Naime, a kao što je već prije diskutirano u analizi promjena morfološkog statusa, ni jedna od grupa nije ostvarila značajan napredak u morfološkoj strukturi, a to u ovom radu i za potrebe ovog seta varijabli znači da nisu ostvareni značajni prirasti u čistoj mišićnoj masi (LBM). Osim što je trenažni proces trajao kratko, treba napomenuti i to da su svi ispitanici bili zamoljeni da u periodu trajanja studije ne konzumiraju prehrambene suplemente. To je vrlo vjerojatno i dodatno utjecalo na izostanak napretka u repetitivnoj snazi koja je provodila tradicionalni trening (Chromiak, Smedley et al., 2004.).

Ostaje za zaključiti kako je funkcionalni trening snage ostvario bolje efekte u razvoju repetitivne snage nego je to bio slučaj s tradicionalnim treningom kod kojeg su efekti u petotjednom tretmanu potpuno izostali. Najvjerojatnije se ovo može objasniti činjenicom da tradicionalni trening nije ostvario uvjete za povećanje mišićne mase i s tim povezano povećanje repetitivne snage. S druge strane funkcionalni je trening očito gledao na stabilizatore u pojedinim tjelesnim regijama (ramena, kralježnica i trup) te je time omogućio efikasnije izvođenje repetitivnih kretnji od strane agonističkih mišićnih skupina.

### **8. 2. 8. Efekti tretmana – aerobno anaerobna izdržljivost**

Većina se timskih sportova sastoji od visokointenzivnih, isprekidanih kretnih struktura ili aktivnosti. Sportaši u timskim sportovima (npr. nogomet, košarka, ragbi, vaterpolo itd.) tijekom utakmice izvedu puno aktivnosti visoka intenziteta i mnogobrojne sprintove različitog trajanja. Te eksplozije intenzivnih aktivnosti isprepletene su s aktivnostima nižeg intenziteta, također različitog trajanja (Buchheit, Mendez-Villanueva et al., 2010., Kotzamanidis, Tsimahidis et al., 2010.). Jednostavnim fiziološkim mjerenjima, poput mjerenja srčane frekvencije i laktata u krvi, dobiva se uvid u kardiovaskularne i metaboličke zahtjeve tih sportova koji se postavljaju na organizam sportaša u timskim sportovima tijekom utakmice. Oba sustava za opskrbu tijela energijom, i aerobni i anaerobni, znatno su opterećeni tijekom utakmice. U svjetlu tih spoznaja, postaje potpuno jasno da će svaki test uspješnosti sportaša, kojim se želi procijeniti fiziološki kapaciteti igrača, morati poštovati prirodu tih igara, koju obilježavaju nagle i česte promjene intenziteta kretanja i morat će pokušati oponašati metaboličke potrebe za izvođenjem aktivnosti prema obrascu stalnih izmjena visokointenzivnih i manjeintenzivnih aktivnosti. Testovi kojima se procjenjuje izvedba i uspješnost sportaša u takvim aktivnostima različitih intenziteta s vremenom su se usavršavali i njihova valjanost je postajala sve bolja, tako da danas postoji nekoliko dobrih testova za procjenu stanja pripremljenosti u nekoliko timskih sportova. Neki su korišteni u procjeni stanja pripremljenosti igrača i sudaca, ali i za utvrđivanje učinaka koje različite vrste treninga i nutricionističke intervencije imaju na fizičku pripremljenost i uspješnost. Jedan od takvih testova je i YO-YO test. S obzirom na to da se ovaj test u ovom istraživanju nije metrijski provjeravao, potrebno je kratko objasniti neke parametre metrijskih karakteristika testa, a koje su analizirane u radovima drugih autora. Mujika i suradnici (Mujika, Santisteban et al., 2009.) analizirali su YO-YO test, a za procjenu uspješnosti profesionalnih i juniorskih nogometašica i nogometaša. Rezultati su pokazali da sposobnost izvođenja visokointenzivnih vježbi s izmjeničnim periodima visokog i niskog intenziteta kroz duža vremenska razdoblja, prema mjerenjima YO-YO testa, predstavlja diskriminacijsku varijablu i među nogometašima i među nogometašicama. Bolji rezultati u testu koje su postigli nogometašice i nogometaši prve lige od svojih kolegica i kolega juniora otkrivaju potrebu za specifičnom natjecateljskom izdržljivošću žele li nogometašice i nogometaši biti uspješni na profesionalnoj razini. Međutim, te su razlike bile osobito spolno obilježene – veće su među igračicama, tj. profesionalne nogometašice su bile bolje u izvedbi YO-YO testa za 48% od juniorskih nogometašica; dok su razlike između profesionalnih nogometaša i juniora bile mnogo manje (15%). Međutim, za potrebe ovdje prikazanog istraživanja ipak je puno važnije istraživanje koje su proveli Castagna i suradnici (Castagna, Impellizzeri et al., 2006.). Oni su se u svom istraživanju usredotočili na fiziološke odrednice uspješnosti YO-YO testa u nogometaša. Došli su do saznanja da je eksplozivnost nogu (tj. rezultat u izvedbi skoka s pripremom) usko povezana s izvedbom u YO-YO testu, kod kvalitetnih, ali ne vrhunskih nogometaša. Preciznije

rečeno, analiza je ukazala na činjenicu da su rezultati u YO-YO testu usko povezani s izvedbom skoka s pripremom, ali i da postoji određena razina iznad koje eksplozivnost nogu neće imati nikakav učinak na rezultate u YO-YO testu.

Upravo u ovim spoznajama treba se tražiti i ideja da se YO-YO test istraži u ovdje prikazanoj studiji, a u kojoj razvoj mješovite aerobno-anaerobne izdržljivosti nije bio osnovni cilj rada, niti su tradicionalni i funkcionalni trening snage u tom smislu uopće šire zanimljivi. Naime, jasno je kako bi se primjereniji trenažni efekti dobili primjenom drugih metoda treninga. Ovo je međutim i jedan od najzanimljivijih detalja ove studije i istraživanja uopće. Iz analize dobivenih rezultata jasno je kako se aerobno-anaerobna izdržljivost, a analizirana YO-YO testom, značajno poboljšala u obje grupe uključene u tretman, dok se ova dimenzija nije značajno promijenila kod kontrolne grupe. S obzirom na to da ni grupa koja je provodila tradicionalni trening, a ni grupa koja je provodila funkcionalni trening snage nisu participirale u programima treninga koji bi izravno bili namijenjeni razvoju aerobno-anaerobne izdržljivosti<sup>9</sup>, jasno je kako jedini razlog za razvoj ove komponente fizičkog fitnesa treba tražiti u programima treninga snage (tradicionalnom ili funkcionalnom, ovisno o grupi). Dodatno je zanimljivo da je grupa koja je provodila funkcionalni trening imala određenu dominaciju u inicijalnom mjerenju, ali joj to nije „smetalo“ da značajno unaprijedi performanse u finalnom mjerenju. Pokušat ćemo dati neka objašnjenja za dobivene rezultate.

U svakoj aktivnosti duljeg trajanja jedan od važnih faktora efikasnosti izvedbe jest racionalnost izvođenja kretnji ili ekonomičnost kretanja. Ova se pojava logično naglašenije prepoznaje u aktivnosti i manifestacijama izuzetno dugog trajanja, kao što su primjerice istrajna trčanja ili plivanja. Poznato je tako da sportaši u sportovima izdržljivosti jako paze upravo na ovu komponentu izvedbe (Hayes, French et al., 2011.), koja se najčešće objašnjava kao ekonomičnost. Međutim, istraživači već neko vrijeme uočavaju kako se ekonomičnost trčanja (kretanja) može unaprijediti i nespecifičnim oblicima trenažnog rada. Tako Majock i suradnici (Mojock, Kim et al., 2011.) to potvrđuju u pogledu programa stretchinga i učinka ove vrste treninga na ekonomičnost trčanja, dok Ferrauti i suradnici, te Kemi i suradnici (Ferrauti, Bergermann et al., 2010., Kemi, Rognmo et al., 2011.) to potvrđuju primjenom različitih vrsta treninga snage i njihovog utjecaja na komponente izdržljivosti. U našem istraživanju najvjerojatnije se radi o pojavi boljeg iskorištavanja sile reakcije podloge. Naime, kao što je već diskutirano, ispitanici koji su provodili tradicionalni trening snage poboljšali su vrijeme kontakta s tlom i faktor snage pritiska na podlogu, a koji su mjereni u manifestaciji skočnosti. Ovo, kao što je već rečeno, nije imalo utjecaja na manifestaciju vertikalnog skoka, ali je vjerojatno djelovalo na poboljšanje ekonomičnosti trčanja kroz kraće vrijeme zadržavanja na tlu i vrlo vjerojatno produljeni pojedinačni korak, a što je u skladu s objašnjenjima koja su ponudili i drugi autori koji su pratili promjene u izdržljivosti pod utjecajem treninga snage (Johnston, Quinn et al., 1997., Denadai, Guglielmo et al., 2009.). Međutim, autor ovog rada nije uspio pronaći niti jedno istraživanje koje se bavilo

---

<sup>9</sup> Čak štoviše, ispitanici su bili zamoljeni da tijekom trajanja studije izbjegavaju aktivnosti izdržljivosti i da se posvete isključivo programu treninga kojeg su provodili u sklopu eksperimenta.

problemom utjecaja na izdržljivost kod participanata funkcionalnog treninga. Stoga su ovdje prezentirani rezultati u tom smislu i značajni. Premda ne postoje empirijski nalazi niti studije koje su provjeravale fiziološku pozadinu ovih promjena, autor pretpostavlja kako se pozitivni učinak funkcionalnog treninga može pripisati utjecaju poboljšane živčano-mišićne kontrole, a koja je nastupila kao posljedica provedenog trenažnog rada u „nestabilnim uvjetima“. Slikovito rečeno, ispitanici koji su provodili funkcionalni trening naučili su kontrolirati svoje tijelo i tonus miškulature. Stabilizatori trupa unaprijedili su svoju funkciju pod utjecajem trenažnih podražaja koji su se izvodili u nestabilnim uvjetima. Kontrakcije miškulature koja je potrebna za stabilizaciju u pojedinim zglobnim sustavima postale su odmjerene i preciznije te samim tim svrsishodnije. Ovakva ekonomičnost kontrakcija i pravovremenost aktivacije uvjetovale su manju potrošnju energije u „neaktivnoj“ miškulaturi kojoj je tako omogućena druga funkcija – metaboliziranje nusprodukata anaerobnog metabolizma<sup>10</sup>. Ovo je u konačnici omogućilo sporije gomilanje laktata i samim tim veću izdržljivost. Ove se spoznaje na žalost ne mogu dodatno potkrijepiti biokemijskim parametrima jer oni nisu mjereni u ovom radu. Iz ove je perspektive jasno kako se radi o previdu, ali tijekom dizajniranja studije samom testiranju izdržljivosti nije se pridavala velika važnost pa se nije ni „pokrila“ adekvatnim mjerama.

U konačnici se može zaključiti kako i tradicionalni i funkcionalni trening ostvaruju pozitivne učinke na aerobno-anaerobnu izdržljivost mjerenu YO-YO testom. Dok su efekti tradicionalnog treninga snage vrlo vjerojatno vezani za poboljšanje parametara skočnosti, a koji su omogućili bolje i efikasnije trčanje zbog kvalitetnijeg iskorištavanja sile reakcije podloge. Efekti funkcionalnog treninga mogu se vrlo vjerojatno pripisati poboljšanoj ekonomičnosti trčanja u smislu manje i svrsishodnije aktivacije stabilizatora. Ovo je omogućilo kvalitetnije metaboliziranje nusprodukata anaerobnog metabolizma i s tim vezano bolju efikasnost energetske sistema i konačno bolju aerobno-anaerobnu izdržljivost.

---

<sup>10</sup> Procjenjuje se da je odnos aerobnog i anaerobnog metabolizma u YO-YO testu 60 : 40 u „korist“ aerobne komponente.

## Zaključak

Zaključak rada podijeljen je u tri dijela: (1) zaključci vezani za metrijske karakteristike primijenjenih testova; (2) zaključci vezani za efekte tretmana; i (3) ograničenja studije, implikacije te mogućnosti daljnjih istraživanja.

### 1.2 Metrijske karakteristike

Mjere ravnoteže analizirane radom pokazale su relativno visoku pouzdanost mjerenu Cronbach Alpha koeficijentom i prosječnu pouzdanost, gledajući **interitem** korelaciju. S obzirom na to da su dosadašnja istraživanja rijetko utvrđivala pouzdanost mjerenja ravnoteže na dobro treniranim ispitanicima, navedeni se podatci o pouzdanosti mjerenja ravnoteže primjenom ove aparature mogu smatrati relativno važnima.

Međutim, treba naglasiti da je stabilnost mjerenja na Biodex balance sistemu relativno slaba. Preciznije govoreći, analizom tri čestice mjerenja primjećuje se kako postoji trend poboljšanja rezultata. Konkretno rečeno, svi ispitanici koji su u ovoj studiji testirani u inicijalnom mjerenju, nikad se prije nisu susreli s Biodex balance sistemom i normalno je da je potrebno određeno vrijeme za prilagodbu na sami sistem i mjerenje. Međutim, problem bi se javio ukoliko bi se testiranje provodilo u samo jednoj čestici jer bi sigurno u ponovljenom mjerenju koje bi se provodilo nakon nekog tretmana svi ispitanici postigli bitno bolje rezultate mjerenja, nego je to bio slučaj u inicijalnom mjerenju. Upravo to ne bi bilo nužno vezano za poboljšanje stanja ravnoteže, već gotovo isključivo za poboljšanje ispitanikovog znanja kod karakterističnog izvođenja zadatka kod testiranja ravnoteže na određenoj opremi. Dakle, bitno je naglasiti kako bi testiranje ravnoteže na Biodex balans sistemu trebalo provoditi u jedan do dva probna pokušaja prije samog provođenja stvarnog testa, samo kako bi ispitanici dobili osjećaj za platformu, stroj i za orijentaciju u prostoru kod testiranja.

Skakačke performanse ispitanika pokazale su visoku pouzdanost. Cronbach Alpha kreće se od 0.92 do 0.98, a prosječna interitem korelacija od 0.86 do 0.97. Relativno najslabiju pouzdanost ima parametar vremena kontakta s tlom (0.86 i 0.92 za prosječnu interitem korelaciju i Cronbachovu Alphu), ali kao što je već rečeno radi se o visokoj pouzdanosti. To je ujedno i jedina mjera koja nije imala zadovoljavajuću homogenost odnosno stabilnost prilikom mjerenja te se od mjerenja do mjerenja (od 1. do 2. čestice mjerenja) pojavila značajna razlika u smislu poboljšanja rezultata mjerenja. Generalno gledajući, navedeni podatci ne začuđuju jer su i dosadašnja istraživanja koja su analizirala pouzdanost ili druge metrijske karakteristike instrumenata kojima se mjeri vertikalna skočnost, bilo da se radi o istraživanjima koja su se bavila kontaktnim platformama ili fotočelijama, ukazala na visoku pouzdanost mjerenja primjenom ove aparature. Konačno, ostaje za zaključiti kako je pouzdanost mjerenja na sistemu koji je korišten u ovom istraživanju vrlo visoka pa čak i kad se izvode relativno nepoznate kretne strukture, kao što je skok iz čučnja koji je primjenjivan u ovom istraživanju.

Od dva testa agilnosti koja su primijenjena u ovom radu, jedan test nije zadovoljio pouzdanošću, a dodatnu važnost ovom zaključku daje činjenica da se radi o testu koji se vrlo

često koristi u svrhu brzog dijagnosticiranja stanja agilnosti u sportu (Hexagon test). Drugi test (AG5-10-5MIN) pokazao je zadovoljavajuću pouzdanost, ali je analiza stabilnosti mjerenja utvrdila kako se radi o izuzetno nehomogenom testu s velikim sistematskim promjenama koje se javljaju od čestice do čestice mjerenja. Preciznije rečeno, razlozi za pojavu relativno slabe pouzdanosti Hexagon testa u ovom istraživanju mogli bi biti sljedeći. Prvo, test je relativno slabo standardiziran u izvedbi. Naime, jasno je kako test može biti izveden na veliki broj različitih načina. To se u prvom redu odnosi na položaj ispitanika u odnosu na smjer kretanja, ali još više u odnosu na to koliko se ispitanik precizno ili neprecizno vraća u sam centar heksagona, a što bi prema uputama samog testiranja trebao biti jedan od temeljnih uvjeta adekvatne izvedbe testa. Vrlo mala odstupanja od položaja tijela koji je zadan te vrlo mala odstupanja koja ispitanik treba pratiti kod izvedbe svakog pojedinog skoka, dovode do velikih nerazmjera u samoj izvedbi testa i rezultatima koji su dobiveni. Autor je slobodan tumačiti kako čak nije riječ o potrebi preciznog zadržavanja istog položaja tijela, koliko je bitnije naglasiti da sam centar heksagona treba biti jasno označen i samim tim voditi ispitanika u točku na koju mora doskočiti prilikom svakog skoka. Izbjegavanje takve kretnje dovodi do ogromne razlike u rezultatima testiranja. Iz osobne perspektive mjeritelja, autor ovog rada slobodan je ukazati na to da ispitanici nisu niti svjesni ove nestandardiziranosti u izvođenju testa. Oni test izvode brzo i logično je da njihova izvedba nije uvijek idealna. Upravo na tome treba inzistirati kod samog opisivanja testa i kod standardizacije uvjeta mjerenja jer će se takvim standardiziranjem vrlo vjerojatno dobiti i puno bolja pouzdanost testa. Navedeno, naravno, treba ispitati u preciznije kontroliranim istraživanjima koja će se ovim problemom detaljnije pozabaviti. Slaba homogenost testa AG5-10-5MIN upućuje na zaključak da je prilikom testiranja ovog testa potrebno provesti nekoliko probnih pokušaja kojima će se ispitanici naviknuti na samo izvođenje testa te će pri ponovljenim testiranjima doći do stabilizacije rezultata i dobit će se pravi rezultat koji ukazuje na stvarno stanje razvijenosti agilnosti prilikom testiranja ovog parametra.

U konačnici se može tvrditi kako su testovi bacanja medicinske lopte upotrebljiva mjera u definiranju eksplozivne snage tipa izbačaja te se mogu koristiti u vrlo širokom rasponu dobi i treniranosti ispitanika, a što je potvrdila i ova studija. Naravno, u nekim situacijama treba voditi računa o potrebi uvježbavanja putanje izbačaja (primjerice kod izbačaja iz ležanja), ali se ovaj problem može efikasno riješiti probnim pokušajima, kao i kondenziranjem rezultata mjerenja na maksimalni rezultat svakog ispitanika.

### **1.3 Efekti tretmana**

Ovo istraživanje jedno je od rijetkih u kojem se bavilo problemom promjena u morfološkim mjerama, a kod participanata koji su provodili funkcionalni trening snage. Naime, morfološke promjene u osnovi nisu cilj funkcionalnog treninga, a prvenstveno se razlog za izostanak, odnosno za neočekivanje morfoloških promjena, treba tražiti u relativno maloj energetskej potrošnji koja prati sam funkcionalni trening. Ostaje zaključak kako funkcionalni trening snage i tradicionalni trening snage u periodu od pet tjedana i režimu od tri trenažne jedinice tjedno nisu prouzročili značajne promjene u morfološkoj strukturi i antropometrijskim mjerama koje su analizirane u ovom radu. Osnovni se razlozi za navedenu pojavu trebaju tražiti u relativno visokoj treniranosti ispitanika i činjenici da je program



trajao relativno kratko, ali iznad svega u činjenici da ni tradicionalni trening, a niti funkcionalni trening snage u ovoj studiji nisu bili usmjereni na ostvarivanje efekata u antropometrijsko-morfološkoj strukturi vježbača. To se u prvom redu odnosi na činjenicu da funkcionalni trening sam po sebi ima ukupno nisku kalorijsku potrošnju, dok tradicionalni trening snage koji je provođen u ovom radu nije bio popraćen adekvatnom prehranom i suplementacijom, a uslijed čega bi se u kombinaciji s trenažnim stimulusima mogli očekivati značajni efekti u pogledu povećanja mišićne mase. Za napomenuti je da niti jedan ispitanik tijekom trajanja eksperimenta, koliko je autoru poznato, nije provodio vježbanje aerobnog karaktera te su iz tog razloga vrlo vjerojatno izostali efekti smanjenja potkožnog masnog tkiva.

U smislu poboljšanja ravnoteže nisu ostvareni značajni efekti. Razlozi za tu pojavu mogu se tražiti u činjenici da je program relativno kratko trajao, a s obzirom na visoku treniranost ispitanika koji su u programu participirali, odabir je vježbi u sustavu funkcionalnog treninga bio takav da se nisu ostvarili adekvatni trenažni stimulusi koji bi prouzročili poboljšanje ravnoteže u stajanju. Preciznije rečeno, nestabilne vježbe koje su se izvodile u funkcionalnom treningu bile su prvenstveno koncipirane kroz nestabilnost u gornjem dijelu tijela (trup, rameni pojas i ruke), a što je teško moglo imati pozitivan transfer na manifestacije ravnoteže u stajanju koje su u konačnici ovdje testirane inicijalno i finalno.

Tradicionalni je trening snage prouzročio značajne pozitivne promjene u energetske kapacitetu mišića, a koje su u konačnici prepoznate u promjenama faktora snage kod izvedbe skoka iz čučnja te smanjenju kontaktnog vremena s tlom. S druge strane izostali su trenažni efekti u pogledu promjena vertikalne skočnosti kod grupe koja je provodila funkcionalni trening snage. To se u prvom redu treba pripisati relativno dobroj treniranosti ispitanika, ali i izboru same test procedure koja je primjenjivana u radu. Naime, test skoka iz čučnja relativno je koordinacijski malo zahtijevan i samim tim pozitivni efekti na intermuskularnu i intramuskularnu koordinaciju koji se očekuju kao posljedica funkcionalnog treninga nisu mogli izazvati poboljšanje performansi kod skoka u vis. U daljnjim istraživanjima potrebno je navedeno imati u vidu.

U istraživanju nisu uočene značajne promjene u mjerama agilnosti. Razlozi za to vjerojatno su sljedeći. Prvo, program koji se provodio u sklopu ovog istraživanja nije utjecao na ravnotežu te se ona nije poboljšala u tolikoj mjeri, a da bi to eventualno dalo doprinos u manifestaciji agilnosti koja se mjerila. Drugo, eksplozivna snaga tipa skočnosti poboljšala se isključivo kod grupe koja je provodila tradicionalni trening i to samo u nekim parametrima. Međutim, ti parametri nisu prouzročili pozitivnu promjenu u pravoj manifestaciji skočnosti, a to je visina vertikalnog skoka. Sila, odnosno indeks snage se povećao, smanjilo se kontaktno vrijeme, ali to u konačnici nije rezultiralo promjenom maksimalne visine skoka. Naposljetku, nisu zabilježena niti značajna poboljšanja brzine sprinta u ni jednoj od analiziranih grupa. Sve ovo ustvari je vrlo vjerojatno doprinijelo tome da se agilnost 5-10-5 metara nije promijenila od inicijalnog do finalnog mjerenja. Naravno, ne treba zanemariti ni činjenicu da je na rezultat u agilnosti hipotetski mogla utjecati i tehnika izvođenja agilnih kretnji koja se manifestira kod testa, ali na tehnici ovih kretnji se nije radilo ni u sklopu tradicionalnog, a niti u sklopu funkcionalnog treninga. Ovom problemu se nesumnjivo treba detaljnije posvetiti u daljnjim istraživanjima.

Može se zaključiti kako je tradicionalni trening snage izazvao značajne promjene u apsolutnoj snazi tipa bacanja te diferencijalno je gledano ova vrsta treninga polučila bolje rezultate od funkcionalnog treninga snage u ovoj motoričkoj manifestaciji. To je izravno potvrda da tradicionalni trening snage utječe na povećanje energetske kapaciteta mišića. Osnovni razlozi za izostanak funkcionalnog treninga snage na manifestacije eksplozivne snage tipa bacanja trebaju se vjerojatno tražiti u krivom izboru sadržaja trenažnog rada, a s obzirom na to da su u ovom eksperimentu sadržaji trenažnog rada u funkcionalnom treningu snage odabrani s osnovnim ciljem oponašanja kretnji i vježbi koje se mogu primijeniti u tradicionalnom treningu snage. Ovakav pristup gotovo sigurno je ograničio transformacijske efekte funkcionalnog treninga snage te ga se po mišljenju autora ovog rada treba izbjegavati u budućim istraživanjima sličnog tipa.

Ni tradicionalni niti funkcionalni trening nisu dali značajne efekte u razvoju brzine trčanja sprinta, a razlozi za to su najvjerojatnije sljedeći. Prvo, izostali su efekti u eksplozivnoj snazi relativnog tipa, što je jedna od glavnih odrednica brzine trčanja sprinta. Drugo, ispitanici ni jedne od grupa nisu značajno napredovali u ravnoteži, što bi također mogao biti faktor koji određuje napredak u ovoj motoričkoj manifestaciji. Konačno, karakteristična intermuskularna i intramuskularna koordinacija nije se vrlo vjerojatno povećala u onom obliku u kojem bi mogla pozitivno djelovati na poboljšanje brzine trčanja sprinta. S tim u vezi potrebno je napomenuti kako bi stoga bilo uputno u daljim studijama koje će se eventualno baviti ovakvom problematikom uključiti i određeni udio SAQ tehnologija treninga, a koje bi u kombinaciji s primijenjenim sustavom funkcionalnog treninga mogle proizvesti pozitivne efekte u brzini trčanja sprinta na kratkim dionicama. Još jedna mogućnost za bilježenje eventualno pozitivnih efekata vjerojatno se nalazi u potrebi testiranja brzine trčanja nakon određenog perioda, a ne neposredno nakon što je trenažni proces završio. Naime, poznato je kako je za manifestaciju maksimalne brzine kretanja potreban relativno dugačak period stabilizacije (u sportu se za ovaj fenomen koristi termin „tapering“), a koji se nije ostvario u ovdje prikazanoj studiji.

Ostaje za zaključiti kako je funkcionalni trening snage ostvario bolje efekte u razvoju repetitivne snage, nego je to bio slučaj s tradicionalnim treningom kod kojeg su efekti u petotjednom tretmanu potpuno izostali. Najvjerojatnije se navedeno može objasniti činjenicom da tradicionalni trening nije ostvario uvjete za povećanje mišićne mase i s tim povezano povećanje repetitivne snage. S druge je strane funkcionalni trening očito ciljno usmjeren na stabilizatore u pojedinim tjelesnim regijama (ramena, kralježnica i trup) te je time omogućio efikasnije izvođenje repetitivnih kretnji od strane agonističkih mišićnih skupina.

Za zaključiti je kako i tradicionalni i funkcionalni trening ostvaruju pozitivne učinke na aerobno-anaerobnu izdržljivost mjerenu YO-YO testom. Dok su efekti tradicionalnog treninga snage vrlo vjerojatno vezani za poboljšanje parametara skočnosti, a koji su omogućili bolje i efikasnije trčanje zbog kvalitetnijeg iskorištavanja sile reakcije podloge, efekti funkcionalnog treninga mogu se vrlo vjerojatno pripisati poboljšanoj ekonomičnosti trčanja u smislu manje i svrsishodnije aktivacije stabilizatora. To je omogućilo kvalitetnije metaboliziranje nusprodukata anaerobnog metabolizma i s tim vezano bolju efikasnost energetskih sistema i konačno bolju aerobno-anaerobnu izdržljivost.

## **1.4 Ograničenja, implikacije i budući pravci istraživanja**

U ovom će se dijelu kratko osvrnuti na ograničenja, implikacije i moguće buduće pravce istraživanja.

Jedno od temeljnih ograničenja ove studije autor vidi u relativno malom broju ispitanika. To je prouzročilo smanjenu mogućnost dobivanja dovoljno velikog broja stupnjeva slobode, kojima bi se eventualno dokazale i značajnosti promjena u pojedinim varijablama kod nekih grupa ispitanika. Međutim, istraživanje je uključivalo relativno ospežna mjerenje performansi, pa je uzorak ispitanika trebao biti i relativno homogen, ali što je još važnije – zainteresiran za eksperiment. Stoga je istraživanje nužno bilo ograničeno po pitanju mogućeg izbora ispitanika. Dodatno je i da su testiranja trajala relativno dugo, s obzirom na primjenu sofisticirane aparature mjerenja, kod koje se testiranje provodi precizno i temeljito (prvenstveno mjerenje ravnoteže). Ovo je dodatno generiralo nemogućnost uzorkovanja većeg broja ispitanika.

Nadalje, eksperiment je kratko trajao pa su se shodno tome teško mogli očekivati i veći efekti tretmana. Međutim, ideja autora bila je istražiti efekte tretmana realnog trajanja. Pri tome se prvenstveno mislilo na činjenicu da pripremni periodi u sportovima i sportskim igrama koji imaju ligaški karakter natjecanja rijetko traju dulje od pet tjedana (koliko je eksperiment trajao). Pokušalo se stoga provjeriti kakva je mogućnost dobivanja značajnih efekata pod uvjetima tretmana realnog trajanja (iako je autor pobornik natjecateljskog perioda kao nastavak pripremnog perioda). Naime, pokušalo se izbjeći eksperimentu koji bi vodio istraživanju radi istraživanja te bi takvi rezultati bili teško primjenjivi u praksi.

Ispitanici u ovom radu nisu bili profesionalni sportaši. Ipak, razina njihove treniranosti bila je veća nego razina treniranosti ispitanika koji su uzorkovani u dosadašnjim studijama koje su se bavile sličnom problematikom. S tim u vezi, autor na temelju svog profesionalnog iskustva u sportu smatra kako je među ispitanicima u ovom radu bilo i pojedinaca koji su postizali rezultate potpuno slične rezultatima koje bi postigli i profesionalni sportaši. Stoga ovo ograničenje ne treba smatrati ograničenjem stvarne, već formalne naravi.

Konačno, izbor sadržaja treninga koji su korišteni u eksperimentu po inicijalnoj ideji rada trebao se „pratiti“ u oba treninga (tradicionalnom i funkcionalnom). Međutim, ovo je sigurno ograničilo mogućnosti dobivanja značajnih efekata funkcionalnog treninga. Naime, funkcionalni je trening bogatiji sadržajima, nego su to oni koji su korišteni u ovom radu. Konkretno, autor s velikom sigurnošću može govoriti o tome da bi u slučaju primjene ukupnog spektra sadržaja funkcionalnog treninga bilo moguće postići bitno bolje transformacijske efekte u funkcionalnom treningu. To se u prvom redu odnosi na sadržaje SAQ treninga koji u ovom radu nisu uopće primijenjivani.

Implikacije ovog rada autor vidi u sljedećem:

S obzirom da eksperiment nije potvrdio efekte u većini analiziranih mjera, postavlja se pitanje primjenjivosti ovakvih sadržaja u radu sa sportašima. Naime, jasno je kako je osnova aplikativnosti pojedinog treninga vezana za njegovu transformacijsku moć. S druge strane, postavlja se pitanje, kakvi bi efekti bili ostvareni kada bi se u sadržajima funkcionalnog treninga upotrijebili svi njegovi resursi? O tome treba voditi računa ubuduće.

Za napomenuti je da u radu koji je ovdje analiziran ispitanici nisu koristili nikakva sredstva oporavka. Samim tim, postavlja se pitanje kakvi bi efekti bili postignuti da su ispitanici imali na raspolaganju ista.

Buduće pravce istraživanja autor vidi u sljedećem. Prvo, moguće bi bilo analizirati dulje eksperimente, ali bi se onda trebalo bazirati na duljinu i dinamiku rada koja je realno ostvariva tijekom natjecateljske sezone. Primjerice analizirati period od tri mjeseca rada, u kojem su sportaši trenirali funkcionalni trening uz ostale sadržaje natjecanja (utakmice i sl.). U tom slučaju vjerojatno bi se primjenom funkcionalnog treninga moglo očekivati bolji rezultat jer isti nije onoliko stresan kao tradicionalni trening snage (pa se realno može realizirati paralelno s natjecanjem), a duljim trajanjem eksperimenta dobile bi se mogućnosti ostvarivanja zakašnjelih efekata. Druga mogućnost tiče se istraživanja efikasnosti funkcionalnog treninga, ali uz primjenu svih sadržaja s kojima funkcionalni trening realno raspolaže. U ovom radu pratila se anatomska logika i analizirani treninzi su „izjednačeni“. To je ustvari prouzročilo nedostatak funkcionalnog treninga, koji objektivno raspolaže s bitno većim spektrom trenažnih sadržaja nego je to slučaj s tradicionalnom treningom. Treće, u istraživanje bi se u budućnosti trebalo uključiti vrhunske sportaše. Takvim pristupom dobili bi se egzaktni pokazatelji transformacijske efikasnosti treninga i dala bi se potpuna slika u učinkovitosti ovih procesa. To bi omogućilo još jednu komparativnu prednost jer bi ovakav uzorak bilo moguće trenirati „situacijskim pristupom“ (funkcionalni pristup koji proučava motoričko ponašanje u odnosu na promjene neuralnih mehanizama), i to koristeći sadržaje treninga koji njima najviše odgovaraju i od kojih se logično može očekivati najveća efikasnost i iskoristivost u sportu, a što nije bio slučaj u ovdje prezentiranom radu jer su ispitanici bili sportaši iz različitih sportova s različitim situacijskim trenažnim i natjecateljskim iskustvom.

## 9. Literatura

1. Aagaard, P. (2003.). Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Science Reviews*, 31(2), 61. – -67.
2. Adams, T. (1984.). An investigation of selected plyometric training exercises on muscular leg strength and power. *Track and Field Quarterly Review*, 84: 36. – -40.
3. Andersen, J. L., Aagaard, P. (2000). Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle Nerv*, 23(7), 1095. – -1104.
4. Andersen, L. L., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Suetta, C., Madsen, J. L., Christensen, L. R., Aagaard, P. (2005.). Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 87. – -94.
5. Axler, C. T., McGill, S. M. (1997.). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29:6, 804. – -810.
6. Baldwin, K. M., Haddad, F. (2001.). Effects of different activity and inactivity paradigms on myosin heavy chain gene expression in striated muscle. *Journal of Applied Physiology*, 90(1), 345. – -357.
7. Blahnik, J., Brooks, D., Copeland Brooks, C. (2006.). Bosu balance trainer complete workout system.
8. Blattner, S. E., Noble, L. (1979.). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly*, 50: 583. – -588.
9. Blazevich, A. J. (2006.). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports Medicine*, 36(12), 1003. – -1017.
10. Bosco, C., Pittera, C. (1982.). Zur trainingswirkung neuen twickelter sprungubungen auf die explosivkraft. *Leistungssport*, 12: 36. – -39.
11. Bottinelli, R., Pellegrino, M. A., Canepari, M., Rossi, R., Reggiani, C. (1999.). Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance, an in vitro study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 9(2), 87. – -95.
12. Boudreau, S. N., Dwyer, M. K., Mattacola, C. G., Lattermann, C., Uhl, T. L., McKeon, J. M. (2009.). Hip-muscle activation during the lunge, single-leg squat, and step-up-and-over exercises. *J Sport Rehabil*. 2009. Feb; 18(1):91. – -103.
13. Boyle M. (2003.) *Functional Training for Sports*. Champaign IL: Human Kinetics.
14. Brown, M. E., Mayhew, J. L., Boleach, L. W. (1986.). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26(4): 1. – -4.
15. Bryant, Cedric X. 101 Frequently Asked Questions about “Health & Fitness” and “Nutrition & Weight Control“. Sagamore Publishing, 1999.

16. Bryzcki, M: (1995.) A Practical Approach to Strength Training, Masters Press; Indianapolis, IN
17. Calais-Germaine, Blandine (1993.) Anatomy of Movement, Easterland Press, Seattle, WA
18. Cardinale, M., Bosco, C. (2003.). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Science Reviews*, 31(1), 3. – -7.
19. Carolan, B., Cafarelli, E. (1992.). Adaptations in coactivation after isometric resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 73(3), 911. – -917.
20. Chek, P.(2001.). What is Functional Exercise?, C. H. E. K. Institute.
21. Chromiak, J. A., Smedley, B., Carpenter, W., Brown, R., Koh, Y. S., Lamberth, J. G., Joe, L. A., Abadie, B. R., Altorfer, G. (2004.). Effect of a 10-week strength training program and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance, and anaerobic power and capacity. *Nutrition*. 2004. May; 20(5): 420. – -7.
22. Clark, M. A. (2001.). *Integrated Training for the New Millennium*. Thousand Oaks, CA: National Academy of Sports Medicine.
23. Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., Bryce, G. R. (1983.). The effects of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(1): 5. – -10.
24. Cosio-Lima, L. M., Reynolds, K. L., Winter, C., Paolone, V., Jones, M. T. (2003.). Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J Strength Cond Res*. Nov; 17(4): 721. – -5.
25. Cunningham, C. (2000.). *The Importance of Functional Strength Training*. Personal Fitness Professional magazine.
26. Dax, M. (2002.). What is FUNCTIONAL? *Jordan Leisure Newsletter - Leisure Industry Week*.
27. Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., Goris, M. (1995.) Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 27(8): 1203. – -9.
28. Derenne, C., Ho, K. W., Murphy, J. C. (2001.). Effects of general, special, and specific resistance training on throwing velocity in baseball: a brief review. *J Strength Cond Res*. Feb; 15(1): 148. – -56.
29. Duchateau, J., Enoka, R. M. (2002.). Neural adaptations with chronic activity patterns in able-bodied humans. *American Journal of Physical Medical Rehabilitation*, 81(11 Suppl), S17. – -27.
30. Duchateau, J., Hainaut, K. (1984.). Isometric or dynamic training, differential effects on mechanical properties of a human muscle. *Journal of Applied Physiology*, 56(2), 296. – -301.
31. Dvir, Z. (1985.). Pre-stretch conditioning: the effect of incorporating high vs. low intensity pre-stretch stimulus on vertical jump scores. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 2: 15. – -19.

32. Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., Buckenmeyer, P. (2000.). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jump performance and leg strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14: 470. – -476.
33. Ford, H. T., Puckett, J. R., Drummond, J. P., Sawyer, K., Gantt, K., Fussell, C. (1983.). Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Perceptual Motor Skills*, 56: 919. – -22.
34. Furhrman, G. (2002.). Resistance training for cyclists. *NSCA Performance Training Journal*. 1(5). 15. – -22.
35. Gambetta, V. (1999.) Force and function. *Training & Conditioning* 9(5): 36. – -40.
36. Gambetta, V., Clark, M. (1998.) A formula for function. *Training & Conditioning* 8(4): 24. – -29.
37. Gambetta, V., Gray, G. (1995.) Following a functional path. *Training & Conditioning* 5(2): 25. – -30.
38. Gambetta, V. (1998.). *The Gambetta system*. Sarasota. Gambetta Sports Training Systems.
39. Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., González-Badillo, J. J., Ibáñez, J. (2004.). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol*. May; 91(5-6): 698. – -707.
40. Gruber, M., Gruber, S. B., Taube, W., Schubert, M., Beck, S. C., Gollhofer, A. (2007.). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 274. – -282.
41. Hajewski, J. (2003.) A guide to affordable, portable cycling conditioning products. *Performance Conditioning Cycling*. 9(6). 9. – -10.
42. Häkkinen, K. (1994.) Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. *Critical Reviews in Physical & Rehabilitation Medicine* 6(3): 161. – -198.
43. Häkkinen, K. (2003.) Ageing and neuromuscular adaptation to strength training. In: Komi, P. V. (Editor), *Strength & Power in Sport* (2nd Edition). Oxford: Blackwell Science; pp. 409. – -425.
44. Harridge, S. D. (2007). Plasticity of human skeletal muscle: gene expression to in vivo function. *Experimental Physiology*, 92(5), 783. – -797.
45. Hickson, R. C., Dvorak, B. A., Gorostiaga, E. M., Kurowski, T. T., Foster, C. (1988.). Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol*. Nov; 65(5): 2285. – -90.
46. Hinds, J. (2001.). *Functional Exercise: what is it and how to get it*. American Council on Exercise publication.
47. <http://articles.elitefts.com/articles/powerlifting-articles/a-breakdown-of-powerlifting/>

48. Izquierdo, M., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ibáñez, J., Kraemer, W. J., Altadill, A., Eslava, J., Gorostiaga, E. M. (2006.). Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *Int J Sports Med.* Sep; 27(9): 718. – -24.
49. Jönhagen, S., Ackermann, P., Saartok, T. (2009.). Forward lunge: a training study of eccentric exercises of the lower limbs. *J Strength Cond Res.* May; 23(3): 972. – -8.
50. Juker, D., Mc Gill, S., Kropf P., Steffen, T. (1998.). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 30:2, 301. – -310.
51. Kielbaso, Jim: Plyos - My Story (Article) [www.cyberpump.com](http://www.cyberpump.com).
52. Komes, Z. (2006.). Programi prevencije ozljeda koljena. 4. godišnja međunarodna konvencija „Kondicijska priprema sportaša“
53. Kondicijski trening, Stručni časopis za teoriju i metodiku kondicijske pripreme, Prosinac, 2006.
54. Lagerquist, O., Zehr, E. P., Docherty, D. (2006.). Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the crosseducation effect. *Journal of Applied Physiology*, 100(1), 83. – -90.
55. Little, A. D., Wilson, G. J., Ostrowski, K. J. (1996.). Enhancing performance: maximal power versus combined weights and plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(3): 173. – -79.
56. Lončar, D. (2009.). Razlika utjecaja tradicionalnog i funkcionalnog treninga snage u sportu i rekreaciji. Diplomski rad. Kineziološki fakultet u Splitu
57. Lozovina, V. (1996.) Jednadžba specifikacije sportske aktivnosti, Split
58. Madison, Wisconsin 12. Calais – Germaine, B. (1993.) *Anatomy of Movement*, Easterland Press, Seattle, WA
59. Magil, R. (1993.): *Motor Learning - Concepts and Applications*, C. Brown Publishing,
60. Magil, R. (1993.): *Motor Learning - Concepts and Applications*, C. Brown Publishing, Madison, Wisconsin.
61. Manny, Ken, Skill Development: An Open and Closed Case (Article) [www.naturalstrength.com](http://www.naturalstrength.com)
62. Marković, G.(2008.). Jakost i snaga u sportu: definicija, determinante, mehanizmi prilagodbe i trening. Kondicijska priprema sportaša, Zagreb.
63. Marković, G., Jarić, S. (2007.). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power. *Journal of Sports Science*, 25(12), 1355. – 1363.
64. Marković, G., Jukić, I., Milanović, D., Metikoš, D. (2007.). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 543. – -549.
65. Marx, J. O., Ratamess, N. A., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Dohi, K., Bush, J. A., Gómez, A. L., Mazzetti, S. A., Fleck, S. J., Häkkinen, K., Newton, R. U., Kraemer, W. J. (2001.). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc.* Apr; 33(4): 635. – -43.







66. Mc Gill, Stuart (2000.) Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *ACSM Exercise and Sport Science Reviews*, 29:1, 26. – -31.
67. Myers, J. B., Pasquale, M. R., Laudner, K. G., Sell, T. C., Bradley, J. P., Lephart, S. M. (2005.). On-the-Field Resistance Tubing Exercises for Throwers: An Electromyographic Analysis. *Journal of Athletic Training*; 40(1): 15. – -22.
68. Newell, K. (2008.), A breakdown of powerlifting. Preuzeto: 16. svibnja 2011.,URL
69. Newton, H. (2003.). Off-bike strength, dynamic flexibility and power training using portable, affordable training tools. *Performance Conditioning Cycling*. 9(6) 3. – -8.
70. O'Connor, T. E., Lamb, K. L. (2003.). The effects of Bodymax high-repetition resistance training on measures of body composition and muscular strength in active adult women. *J Strength Cond Res*. Aug; 17(3): 614. – -20.
71. Oliver, G. D., Di Brezzo, R. (2009.). Functional balance training in collegiate women athletes. *J Strength Cond Res*. Oct; 23(7): 2124. – -9.
72. Ordzhonikidze, Z. G., Pavlov, V. I., Volkov, N. I., Druzhinin, A. E. (2006.). Functional Training Status of Soccer Players from Leading Russian Teams. Moscow Center for Sports Medicine Research and Practice, Moscow, Russia.
73. Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämmäläinen, I., Nummela, A., Rusko, H. (1999.). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol*. May; 86(5): 1527. – -33.
74. Personal Fitness professional magazine; The Importance of Functional Strenght Training (article), 2000.
75. Polhemus, R., Burkhardt, E. (1980.). The effect of plyometric training drills on the physical strength gains of collegiate football players. *National Strength and Conditioning Journal*, 2: 13. – -15.
76. Rimmer, E., Sleivert, G. (2000.). Effects of a plyometric intervention porgram on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3): 295. – - 301.
77. Risberg, M. A., Holm, I. (2009.). The long-term effect of 2 postoperative rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial with 2 years of follow-up. *Am J Sports Med*. Oct; 37(10): 1958. – -66. Epub 2009. Jun 25.
78. Rokavec, D. (2009.), Primjena olimpijskog dizanja utega u kondicijskom treningu sportaša. Preuzeto: 16. svibnja 2011., URL:<http://www.pansport.rs/forum/index.php?topic=88795.5;wap2>
79. Santana, J. (2000.). *Functional Training: Breaking the Bonds of Traditionalism*. Optimum performance systems: Boca Raton.
80. Sato, K., Mokha, M. (2009.). Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners? *J Strength Cond Res*. Jan; 23(1): 133. – -40.

81. Schmidt, R. A. (1991.) Motor Learning and Performance >From Principels to Practise<. Human Kinetics Books; Champaign
82. Scott, M. (2000.). Proprioception and neuromuscular control in joint stability. University of Pittsburg.
83. Sekulić, D., Metikoš, D. (2007.) Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji, Sveučilišni udžbenik, Split
84. Shideler, A., Swartz, M., Michel, J., Schulte, J. (2007.). Comparison of Functional Fitness Training Model & the Traditional Resistance Training Model for the Development of Functional Fitness in Older Adults. Proceedings of the 3rd Annual GRASP Symposium, Wichita State University.
85. Stein, Alan: Improving Athletic Power (Article), Hard Training Newsletter
86. Stevens, V. K., Bouche, K. G., Mahieu, N., Coorevits, P. L., Vanderstraeten, G., Danneels, L. A. (2006.). Trunk muscle activity in healthy subjects during bridgingstabilization exercises. Department of Rehabilitation Sciences and Physiotherapy, Faculty of Medicine and Health Sciences, Ghent University, Belgium.
87. Šimek, S., Jukić, I., Trošt, T. (2006.). Preventivni trenažni programi. 4. godišnja međunarodna konvencija „Kondicijska priprema sportaša“ .
88. Tomljanović, M., Foretić, N. (2008.), Primjena bosu balans trenežera (bbt) u funkcionalnom treningu snage tenisača. U: Milanović, D., Jukić, I., Gregov, C. (ur.), Međunarodni znanstveno stručni zbornik „Kondicijska priprema sportaša 2008.“. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
89. Tortora, Gerard, J.: Principles of Human Anatomy, 5th Edition, Harper Collins Publishers, New York , NY 1989.
90. Tortora, G. J. (1989.) Principles of Human Anathomy, Harper Collins Publisher, New York, NY
91. Tortora, G. J. (1989.) Principles of Human Anathomy, Harper Collins Publisher, New York, NY
92. Van Cutsem, M., Duchateau, J., Hainaut, K. (1998.).Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. Journal of Physiology, 513(Pt 1), 295. – -305.
93. Wawrzyniak, J. R., Tracy, J. E., Catizone, P. V., Storrow, R. (1996.). Effect of Closed Chain Exercise on Quadriceps Femoris Peak Torque and Functional Performance. Journal of Athletic Training.
94. Webster's Encyclopedia 2nd Edition, 1996.
95. Wilson, G. J., Murphy, A. J., Walshe, A. D. (1997.). Performance benefits form weight and plyometric training: effects of initial strength level. Coaching and Sport Science Journal, 2(1): 3. – -8.
96. York, N. Y., 14. Stein, A. Improving Athletic Power (article), Hard Training Newsletter
15. Schmidt, R. A. (1991.) Motor Learning and Performance >From Principels to Practise<.



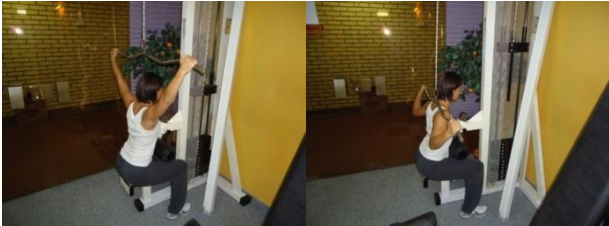

97. Yue, G., Cole, K. J. (1992.). Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67(5), 1114. – -1123.
98. Zatsiorsky, V. M. (1995.) *Science & Practice of Strength Training*. Champaign IL: HumanKinetics.

## 10. Prilog 1 – prikaz treninga




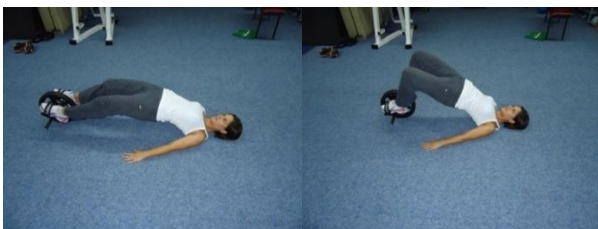
Trening A  
TRADICIONALNI

1.	Čučanj sa šipkom.	
2.	Veslanje u pretklonu sa šipkom.	
3.	Bench press.	
4.	Nožna fleksija na mašini.	



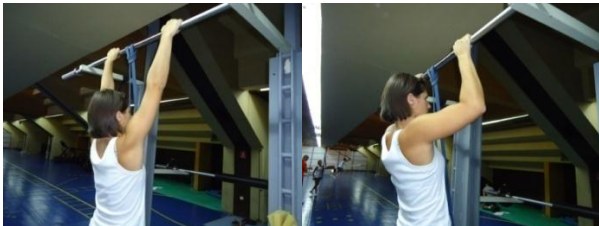

Trening B  
TRADICIONALNI

1.	Iskoraci sa šipkom.	
2.	Mrtvo vučenje.	
3.	Privlačenje na Lat-mašini.	
4.	Nožna ekstenzija na mašini.	

Trening A  
FUNKCIONALNI

1.	Čučanj 1 noge na sanduku.	
2.	Kontrazgibovi na TRX-u.	
3.	Slekovki na TRX-u.	
4.	Power wheel fleksija potkoljenice.	

Trening B  
FUNKCIONALNI

1.	Iskoraci na Flow in-u.	
2.	Jedna noga – mrtvo vučenje.	
3.	Zgibovi s gumom.	
4.	Čučnjevi s TRX-om.	

## 11. Prilog 2 – distribucije rezultata

[www.biodex.com/rehab/manuals/950300man\\_08060.pdf](http://www.biodex.com/rehab/manuals/950300man_08060.pdf).

- Alegre, L. M., Lara, A. J. et al. (2009.) Muscle morphology and jump performance: gender and intermuscular variability. J Sports Med Phys Fitness **49**(3): 320. – 326.
- Alricsson, M., Harms-Ringdahl, K. et al. (2001.) Reliability of sports related functional tests with emphasis on speed and agility in young athletes. Scandinavian journal of medicine & science in sports **11**(4): 229. – 232.
- Arnold, B. L., Schmitz, R. J. (1998.) Examination of balance measures produced by the biodex stability system. J Athl Train **33**(4): 323. – 327.
- Aydog, S. T., Aydog, E. et al. (2004.) Reproducibility of postural stability scores in blind athletes. Isokinetics and Exercise Science **12**(4): 229. – 232.
- Barnes, J. L., Schilling, B. K. et al. (2007.) Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **21**(4): 1192. – 1196.
- Beck, T. W., Housh, T. J. et al. (2007.) The influence of muscle fiber type composition on the patterns of responses for electromyographic and mechanomyographic amplitude and mean power frequency during a fatiguing submaximal isometric muscle action. Electromyogr Clin Neurophysiol **47**(4-5): 221. – 232.
- Beekhuizen, K. S., Davis, M. D. et al. (2009.) Test-retest reliability and minimal detectable change of the hexagon agility test. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **23**(7): 2167. – 2171.
- Beekhuizen, K. S., Davis, M. D. et al. (2009.) Test-Retest Reliability and Minimal Detectable Change of the Hexagon Agility Test. Journal of Strength and Conditioning Research **23**(7): 2167. – 2171.
- Behm, D. G., Kibele, A. (2009.) Seven Weeks of Instability and Traditional Resistance Training Effects on Strength, Balance and Functional Performance. Journal of Strength and Conditioning Research **23**(9): 2443. – 2450.
- Behm, D. G., Sparkes, R. (2010.) Training Adaptations Associated with an 8-Week Instability Resistance Training Program with Recreationally Active Individuals. Journal of Strength and Conditioning Research **24**(7): 1931. – 1941.
- Benvenuti, C., Minganti, C. et al. (2010.) Agility assessment in female futsal and soccer players. Medicina (Kaunas) **46**(6): 415. – 420.
- Brooks, N., Cloutier, G. J. et al. (2008.) Resistance training and timed essential amino acids protect against the loss of muscle mass and strength during 28 days of bed rest and energy deficit. J Appl Physiol **105**(1): 241. – 248.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A. et al. (2010.) Improving Acceleration and Repeated Sprint Ability in Well-Trained Adolescent Handball Players: Speed Versus Sprint Interval Training. International journal of sports physiology and performance **5**(2): 152. – 164.
- Casartelli, N., Muller, R. et al. (2010.) Validity and reliability of the Myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **24**(11): 3186. – 3193.



- Castagna, C., Impellizzeri, F. M. et al. (2006.) Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **20**(2): 320. – 325.
- Chromiak, J. A., Smedley, B. et al. (2004.) Effect of a 10-week strength training program and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance, and anaerobic power and capacity. Nutrition **20**(5): 420. – 427.
- Clarke, D. H. (1973.) Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. Exerc Sport Sci Rev **1**: 73. – 102.
- Clemons, J. M., Campbell, B. et al. (2010.) Validity and reliability of a new test of upper body power. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **24**(6): 1559. – 1565.
- Da Silva, R. L., Brentano, M. A. et al. (2010.) Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **24**(8): 2255. – 2260.
- Davis, K. L., Kang, M. et al. (2008.) Validity and reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **22**(6): 1958. – 1963.
- Denadai, B. S., Guglielmo, L. G. A. et al. (2009.) Effects of Strength Training on Running Economy. International Journal of Sports Medicine **30**(1): 27. – 32.
- Duncan, M. J., Al-Nakeeb, Y. et al. (2005.) Influence of familiarization on a backward, overhead medicine ball explosive power test. Research in sports medicine (Print) **13**(4): 345. – 352.
- Enoksen, E., Tonnessen, E. et al. (2009.) Validity and reliability of the Newtest Powertimer 300-series testing system. Journal of sports sciences **27**(1): 77. – 84.
- Ferrauti, A., Bergemann, M. et al. (2010.) Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **24**(10): 2770. – 2778.
- Fry, A. C., Webber, J. M. et al. (2003.) Muscle fiber characteristics of competitive power lifters. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **17**(2): 402. – 410.
- Gine-Garriga, M., Guerra, M. et al. (2010.) The Effect of Functional Circuit Training on Balance and Strength in Physically Frail Older Adults. Medicine and Science in Sports and Exercise **42**(5): 144. – 144.
- Glaister, M., Witmer, C. et al. (2010.) Familiarization, reliability, and evaluation of a multiple sprint running test using self-selected recovery periods. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **24**(12): 3296. – 3301.
- Gray, S. R., De Vito, G. et al. (2006.) Skeletal muscle ATP turnover and muscle fiber conduction velocity are elevated at higher muscle temperatures during maximal power output development in humans. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol **290**(2): R376. – 382.
- Greig, M. (2009.) The influence of soccer-specific activity on the kinematics of an agility sprint. European Journal of Sport Science **9**(1): 23. – 33.

- Haj-Sassi, R., Dardouri, W. et al. (2011.) Reliability and validity of a new repeated agility test as a measure of anaerobic and explosive power. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **25**(2): 472. – 480.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J. et al. (2002.) Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. Can J Appl Physiol **27**(3): 213. – 231.
- Halme, T., Parkkisenniemi, S. et al. (2009.) Relationships between standing broad jump, shuttle run and Body Mass Index in children aged three to ei. J Sports Med Phys Fitness **49**(4): 395. – 400.
- Harris, N. K., Cronin, J. B. et al. (2008.) Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **22**(3): 691. – 698.
- Hayes, P. R., French, D. N. et al. (2011.) The Effect of Muscular Endurance on Running Economy. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.
- Hoffman, J. R., Stavsky, H. et al. (1995.) The effect of water restriction on anaerobic power and vertical jumping height in basketball players. Int J Sports Med **16**(4): 214. – 218.
- Holtermann, A., Jorgensen, M. B. et al. (2010.) Muscle Activity during Functional Coordination Training: Implications for Strength Gain and Rehabilitation. Journal of Strength and Conditioning Research **24**(7): 1732. – 1739.
- Holviaala, J. H. S., Sallinen, J. M. et al. (2006.) Effect's of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. Journal of Strength and Conditioning Research **20**(2): 336. – 344.
- Hrysomallis, C. (2007.) Relationship between balance ability, training and sports injury risk. Sports medicine (Auckland, N Z) **37**(6): 547. – 556.
- Hrysomallis, C. (2011.) Balance ability and athletic performance. Sports medicine (Auckland, N Z) **41**(3): 221. – 232.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E. et al. (2008.) Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. British journal of sports medicine **42**(1): 42. – 46.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K. et al. (2005.) Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. European Journal of Applied Physiology **94**(1-2): 70. – 75.
- Jacobs, R., Schenau, G. J. V. (1992.) Intermuscular Coordination in a Sprint Push-Off. Journal of biomechanics **25**(9): 953. – 965.
- Janot, J., Weiss, T. et al. (2010.) Effect of Functional Resistance Training on Muscular Fitness Outcomes in Young Adults. Journal of Exercise Science & Fitness **8**(2): 113. – 122.
- Johnston, R. E., Quinn, T. J. et al. (1997.) Strength training in female distance runners: Impact on running economy. Journal of Strength and Conditioning Research **11**(4): 224. – 229.
- Karimi, N., Ebrahimi, I. et al. (2008.) Evaluation of postural balance using the biodex balance system in subjects with and without low back pain. Pakistan Journal of Medical Sciences **24**(3): 372. – 377.
- Kemi, O. J., Rognmo, O. et al. (2011.) One-arm maximal strength training improves work economy and endurance capacity but not skeletal muscle blood flow. Journal of sports sciences **29**(2): 161. – 170.

- Kioumourtzoglou, E., Derri, V. et al. (1998.) Cognitive, perceptual, and motor abilities in skilled basketball performance. Perceptual and motor skills **86**(3 Pt 1): 771. – 786.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D. et al. (2005.) The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **19**(2): 369. – 375.
- Kotzamanidis, C., Tsimahidis, K. et al. (2010.) The Effect of Sprinting after Each Set of Heavy Resistance Training on the Running Speed and Jumping Performance of Young Basketball Players. Journal of Strength and Conditioning Research **24**(8): 2102. – 2108.
- Lagally, K. M., Cordero, J. et al. (2009.) Physiologic and Metabolic Responses to a Continuous Functional Resistance Exercise Workout. Journal of Strength and Conditioning Research **23**(2): 373. – 379.
- Loucks, A. B. (2004.) Energy balance and body composition in sports and exercise. Journal of sports sciences **22**(1): 1. – 14.
- Markovic, G., Dizdar, D. et al. (2004.) Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **18**(3): 551. – 555.
- Markovic, G., Harasin, D. et al. (2006.) High reliability of tests of maximum throwing performance. Journal of Human Movement Studies **51**(1): 63. – 76.
- Markovic, G., Sekulic, D. et al. (2007.) Is agility related to strength qualities?--Analysis in latent space. Coll Antropol **31**(3): 787. – 793.
- Marquez, W. Q., Masumura, M. et al. (2009.) The effects of jumping distance on the landing mechanics after a volleyball spike. Sports biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports **8**(2): 154. – 166.
- Matavulj, D., Kukolj, M. et al. (2001.) Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. J Sports Med Phys Fitness **41**(2): 159. – 164.
- Mayhew, J. L., Bird, M. et al. (2005.) Comparison of the backward overhead medicine ball throw to power production in college football players. Journal of Strength and Conditioning Research **19**(3): 514. – 518.
- Mirkov, D., Nedeljkovic, A. et al. (2008.) Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **22**(4): 1046. – 1050.
- Moir, G., Button, C. et al. (2004.) Influence of familiarization on the reliability of vertical jump and acceleration sprinting performance in physically active men. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **18**(2): 276. – 280.
- Mojock, C. D., Kim, J. S. et al. (2011.) The effects of static stretching on running economy and endurance performance in female distance runners during treadmill running. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **25**(8): 2170. – 2176.
- Mujika, I., Santisteban, J. et al. (2009.) Fitness determinants of success in men's and women's football. Journal of sports sciences **27**(2): 107. – 114.
- Munro, A. G., Herrington, L. C. (2011.) Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **25**(5): 1470. – 1477.

- Oliver, G. D., Di Brezzo, R. (2009.) Functional balance training in collegiate women athletes. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **23**(7): 2124. – 2129.
- Oxyzoglou, N., Kanioglou, A. et al. (2007.) Muscular strength and jumping performance after handball training versus physical education program for pre-adolescent children. Perceptual and motor skills **104**(3 Pt 2): 1282. – 1288.
- Pauole, K., Madole, K. et al. (2000.) Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. Journal of Strength and Conditioning Research **14**(4): 443. – 450.
- Pereira, H. M., de Campos, T. F. et al. (2008.) Influence of knee position on the postural stability index registered by the Biodex Stability System. Gait & Posture **28**(4): 668. – 672.
- Polman, R., Bloomfield, J. et al. (2009.) Effects of SAQ Training and Small-Sided Games on Neuromuscular Functioning in Untrained Subjects. International journal of sports physiology and performance **4**(4): 494. – 505.
- Powers, M. E., Buckley, B. D. et al. (2004.) Six weeks of strength and proprioception training does not affect muscle fatigue and static balance in functional ankle instability. Journal of sport rehabilitation **13**(3): 201. – 227.
- Pua, Y. H., Koh, M. T. et al. (2006.) Effects of allometric scaling and isokinetic testing methods on the relationship between countermovement jump and quadriceps torque and power. Journal of sports sciences **24**(4): 423. – 432.
- Rampinini, E., Sassi, A. et al. (2009.) Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. Applied Physiology Nutrition and Metabolism-Physiologie Appliquee Nutrition Et Metabolisme **34**(6): 1048. – 1054.
- Register-Mihalik, J. K., Mihalik, J. P. et al. (2008.) Balance deficits after sports-related concussion in individuals reporting posttraumatic headache. Neurosurgery **63**(1): 76-80; discussion 80. – 72.
- Robbins, S., Waked, E. (1997.) Balance and vertical impact in sports: role of shoe sole materials. Archives of physical medicine and rehabilitation **78**(5): 463. – 467.
- Sekulic, D., Zenic, N. et al. (2005.) Non linear relationships between anthropometric and motor-endurance variables. Coll Antropol **29**(2): 723. – 730.
- Sharp, R. L., Troup, J. P. et al. (1982.) Relationship between power and sprint freestyle swimming. Med Sci Sports Exerc **14**(1): 53. – 56.
- Sheppard, J. M., Dingley, A. A. et al. (2011.) The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. J Sci Med Sport **14**(1): 85. – 89.
- Sheppard, J. M., Young, W. B. et al. (2006.) An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. J Sci Med Sport **9**(4): 342. – 349.
- Stockbrugger, B. A., Haennel, R. G. (2001.) Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **15**(4): 431. – 438.
- Taube, W., Leukel, C. et al. (2011.) The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. Scandinavian journal of medicine & science in sports.
- Turbanski, S., Schmidtbleicher, D. (2010.) Effects of heavy resistance training on strength and power in upper extremities in wheelchair athletes. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **24**(1): 8. – 16.

- Vicente-Rodriguez, G., Rey-Lopez, J. P. et al. (2011.) Interrater reliability and time measurement validity of speed-agility field tests in adolescents. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **25**(7): 2059. – 2063.
- Vrbanic, T. S.-L., Ravlic-Gulan, J. et al. (2007.) Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes--preliminary study. Collegium Antropologicum **31**(1): 253. – 258.
- Wahl, M. J., Behm, D. G. (2008.) Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **22**(4): 1360. – 1370.
- Williams, M. H., Jackson, C. W. (1977.) Specificity of training related to muscular endurance. Am Correct Ther J **31**(1): 3. – 8.
- Yaggie, J. A., Campbell, B. M. (2006.) Effects of balance training on selected skills. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association **20**(2): 422. – 428.
- Zemkova, E., Hamar, D. (2010.) The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. J Sports Med Phys Fitness **50**(3): 262. – 267.