

Univerzitet u Beogradu
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja



Primena elektromišićne stimulacije kao specifične metode
u funkcionalnom treningu na telesnu kompoziciju

Završni rad

Student:
Stefan Ševrt
42/2011

Mentor:
Prof. dr Marija Macura

Beograd 2018

Univerzitet u Beogradu
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja



Primena elektromišićne stimulacije kao specifične metode
u funkcionalnom treningu na telesnu kompoziciju

Završni rad

Student:
Stefan Ševrt
42/2011

Članovi komisije:
Prof. dr Marija Macura
Prof. dr Vladimir Koprivica
Prof. dr Vladimir Ilić

Beograd 2018

SADRŽAJ

Rezime	5
1.Uvod.....	6
2. Projekat rada	7
2.1. Predmet rada.....	7
2.2. Cilj rada	7
2.3. Zadaci	7
2.4. Metode	7
3. Telesna kompozicija	8
3.1. Morfološki nivoi organizacije.....	8
3.1.1. Atomski nivo	8
3.1.2. Molekularni nivo	9
3.1.3. Čelijski nivo	11
3.1.4. Nivo tkiva.....	11
3.1.5. Nivo organizma	13
3.2 Metode određivanja telesne kompozicije	14
3.2.1. Antropometrijske tehnike i varijante pristupa u merenju potkožnog masnog tkiva.....	14
3.2.2. Bioelektrična impedanca –BIA (<i>Bioelectric Impedance Analysis</i>)	16
3.2.3. Ostale metode određivanja telesne kompozicije	17
4. Funkcionalni trening	18
4.1. Funkcionalni trening - istorijat	18
4.2. Šta je funkcionalni trening?.....	19
4.3. Prednosti funkcionalnog treninga	21
4.4. Vežbe i rekviziti koji su karakteristični za funkcionalni trening	23
4.5 Planiranje i programiranje u funkcionalnom treningu	25

5. Elektromišićna stimulacija (EMS)	27
5.1. Elektromišićna stimulacija istorijat	27
5.2. Šta je elektromišićna stimulacija	27
5.2.1. Primena elektrostimulacije na motorne neurone	28
5.3. Struje	28
5.3.2. Hronaksija i reobaza	29
5.3.3. Odnos hronaksije kod različitih mišićnih grupa	30
5.3.4. Karakteristike talasa primenjenih elektrostimulacijom	30
5.4. Mišićna vlakna i frekvencija stimulacije	30
5.4.1. Podela mišićnih vlakana	30
5.4.2. Glavne karakteristike različitih tipova mišićnih vlakana	31
5.4.3. Trzaj i tetanija	32
5.4.4. Stimulaciona frekvencija	32
6. Primena elektromišićne stimulacije kao specifične metode u funkcionalnom treningu na telesnu kompoziciju	34
6.1. Elektrostimulaciona sprava koja se koristi u funkcionalnom treningu – <i>X body</i>	34
6.1.1. Principi korišćenja <i>X body</i> opreme	35
6.1.2. Trenažni programi	36
6.2. Funkcionalni trening sa elektromišićnom stimulacijom	39
6.2.1. Zagrevanje	39
6.2.2. Glavni deo treninga	39
6.2.3. Masaža sa rastezanjem	41
6.3. Uticaj elktromišićne stimulacije na telesnu kompoziciju	41
7. Zaključak	45
Literatura	46

Rezime

U ovom radu opisani su osnovi telesne kompozicije i načini njenog određivanja, osnovi funkcionalnog treninga i elektromišićne stimulacije, kao i primena elektromišićne stimulacije u funkcionalnom treningu i njihov uticaj na telesnu kompoziciju. Zbog boljeg razumevanja telesne kompozicije objašnjeni su svi morfološki nivoi organizacije telesne kompozicije i najzastupljeniji načini njenog određivanja. Predstavljen je funkcionalni trening kao jedan od najboljih vidova fizičkog vežbanja u sportu i rekreaciji. U posebnom poglavlju objašnjen je pojam elektromišićne stimulacije, kao i način njenog funkcionisanja. U petom poglavlju opisana je sprava za elektromišićnu stimulaciju, način njene upotrebe kao i grafički prikaz. Objašnjen je funkcionalni trening sa elektromišićnom stimulacijom sa svim svojim specifičnostima. Na kraju su predstavljeni rezultati istraživanja i zaključci o delovanju ove metode na telesnu kompoziciju, kao i prednosti i mane ove metode.

Ključne reči: telesna kompozicija, funkcionalni trening, elektromišićna stimulacija

Abstract

In this paper it is described the basis of the body composition and the ways of its determination, the basis of functional training and electromechanical stimulation, as well as the application of electromechanical stimulation in functional training and their influence on the body composition. To better understand the body composition, all the morphological levels of organizing body composition and the most common ways of determining it are explained. Functional training was presented as one of the best forms of physical exercise in sports and recreation. A special chapter explains the notion of electromechanical stimulation, as well as how it works. Chapter 5 describes the device for electromechanical stimulation, the way it is used, and the graphic representation. Functional training with electromechanical stimulation with all its specifics is explained. Finally, the results of the research and the conclusions about the functioning of this method on the body composition, as well as the advantages and disadvantages of this method are presented.

Key words: body composition, functional training, electromechanical stimulation

1. Uvod

Svedoci smo koliko se iz godine u godinu pa i na manjoj vremenskoj distanci menja stil života većine ljudi. Iako mnoge od promena imaju u načelu pozitivan predznak i u velikoj meri pojednostavljaju i olakšavaju većinu svakodnevnih aktivnosti i radnji, suštinski imaju negativan uticaj po zdravlje čoveka. Razvoj tehnologije omogućio je čoveku da pomoću mobilnog telefona i računara plaća račune, zakazuje preglede, naručuje robu široke potrošnje, pa čak i da obavlja svoj posao sedeći ili stojeći ne krčujući se i na taj način uskrati sebi osnovnu potrebu koja je zapisana u genetskom materijalu i biti svakoga od nas, a to je potreba za kretanjem. Uskraćujući sebi kretanje čovek direktno negativno utiče na svoje zdravlje. Da bi nadomestio nedovoljnu količinu kretanja tj. fizičke aktivnosti i predupredio nastanak raznih bolesti čovek je primoran da se rekreativno bavi fizičkom aktivnošću. Rekreativno bavljenje fizičkom aktivnošću pruža širok dijapazon raznih aktivnosti: od rekreativnog bavljenja sportom kao što su plivanje, trčanje, sportske igre do rekreativnog vežbanja u fitnes centrima. Po autoru ovog rada izbor aktivnosti treba da zavisi od potreba, mogućnosti i ličnih afiniteta pojedinca. Uzevši sve u obzir jedan od najboljih vidova rekreativnog bavljenja fizičkom aktivnošću je tzv. funkcionalni trening u kombinaciji sa elektromišićnom stimulacijom. Ovaj vid rekreativnog vežbanja je sve prisutniji i popularniji u svetu fitnesa.

Elektromišićna stimulacija je izazivanje mišićnih kontrakcija korišćenjem električnih impulsa. Impulse generiše sprava, koje kroz kožu šalje stimulator preko elektroda koje se postavljaju na telo. Na taj način se provode strujni impulsi i stimuliše mišićna reakcija-kontrakcija. Telo električne impulse prihvata prirodno s obzirom da se radi samo o pospešivanju mišićnih kontrakcija. Elektromišićna stimulacija je inicijalno korišćena u medicinske svrhe a sada dobija svoju primenu i u fitnesu. Sprave za elektromišićnu stimulaciju koje su u našoj zemlji najviše koriste su *X-Body* i *Miha Bodytec*. Funkcionalni trening je već godinama prisutan u svetu profesionalnog sporta i u svetu fitnesa, a u poslednje dve decenije je naročito dobio na popularnosti širom sveta zbog pozitivnih uticaja koji se njime ostvaruju. U poslednje vreme sve je češća upotreba funkcionalnog treninga u kombinaciji sa elektromišićnom stimulacijom.

Cilj ovog rada je ispitati sinergističko dejstvo i uticaj funkcionalnog treniranja sa elektromišićnom stimulacijom na telesnu kompoziciju i prednosti i mane ovakvog načina rada.

2. Projekat rada

2.1. Predmet rada

Predmet rada jeste analiza uticaja elektromišićne stimulacije na telesnu kompoziciju vežbača.

2.2. Cilj rada

Cilj rada jeste da se na osnovu dostupne literature analizira uticaj elektromišićne stimulacije kao specifične metode u funkcionalnom treningu na telesnu kompoziciju vežbača.

2.3. Zadaci

U radu se mogu opredeliti sledeći zadaci:

- prikupiti dostupnu literaturu o telesnoj kompoziciji,
- prikupiti dostupnu literaturu o funkcionalnom treningu,
- prikupiti dostupnu literaturu o uticaju elektromišićne stimulacije kao specifične metode u funkcionalnom treningu,
- analizirati dobijene podatke,
- izvesti zaključke o uticaju elektromišićne stimulacije kao specifične metode u funkcionalnom treningu.

2.4. Metode

U radu će biti primenjene sledeće metode:

- metod analize, kojim će bitni delovi biti izvedeni iz celine, a zatim metodom sinteze biti uključeni u jednu konceptualnu celinu,

3. Telesna kompozicija

Određivanje telesne strukture česta je metoda ne samo u različitim medicinskim disciplinama već i u sportskim naukama, antropologiji i pedagogiji. Najviše pažnje usmerava se na određivanje sadržaja masne komponente, pre svega u cilju procenjivanja zdravstvenog rizika ili kvaliteta sportskog nastupa, međutim postoje i opravdani razlozi za utvrđivanje sadržaja i ostalih komponenti u strukturi sastava tela.

3.1. Morfološki nivoi organizacije

Vrlo često objašnjavanje strukture organizma čoveka posmatra se kroz kompleksnost celog organizma. Od atoma i molekula do anatomskih struktura opisanih kroz hijerarhijsku strukturu ćelija, tkiva, organa, sistema i čitavog organizma. Telesna struktura se može posmatrati kao problem kvantitativne anatomije, koja može biti analizirana na bilo kom hijerarhijskom nivou zavisno od potreba analizatora.

3.1.1. Atomski nivo

Na prvom nivou telesne strukture nalaze se mase oko 50 hemijskih elemenata koje predstavljaju tzv. atomski nivo. Oko 98% ukupne mase odraslog čoveka izgrađeno je od kombinacije kiseonika, ugljenika, vodonika, azota, kalcijuma i fosfora a ostalih 44 hemijska elementa čine manje od 2% ukupne telesne mase. Analiza prisustva hemijskih elemenata kod humanih subjekata tradicionalno je sprovedena na kadaverima ili biopsijom uzoraka određenih tkiva i organa. Napretkom medicine i tehnologije generalno danas je moguće sa velikom preciznošću odrediti prisustvo, sadržaj i procentualno učešće većine esencijalnih elemenata direktnim putem, *in vivo* putem tehnika neutronske aktivacije. Atomski nivo čini bazu telesne kompozicije i predstavlja polaznu tačku za određivanje sastava na višim nivoima.

3.1.2. Molekularni nivo

Jedanaest glavnih elemenata objedinjeno je u molekule koji formiraju preko 100.000 hemijskih jedinjenja u ljudskom telu. Ovi molekuli se razlikuju po svojoj kompleksnosti i molekularnoj težini, od najjednostavnijih, kao što je voda do najsloženijih kao što je DNK. Pojedinačno određivanje svih ovih jedinjenja u humanim subjektima niti je moguće, niti ima posebnog značaja. Ono što je bitno u istraživanju telesne kompozicije je uzimanje u obzir hemijskih jedinjenja iz kategorije blisko povezanih molekulskih vrsta. Glavne komponente u sadašnjoj upotrebi su voda, lipidi, proteini, mineral i glikogen. Zbog čestih zabuna koje se javljaju u diferencijaciji među navedenim kategorijama sledi kratak prikaz pet hemijskih komponenata.

Voda – najzastupljenije hemijsko jedinjenje u ljudskom telu koja čini 60% telesne mase uslovnog čoveka.

Proteini – uključuju skoro sva jedinjenja koja sadrže azot, u rasponu od prostih aminokiselina do kompleksnih nukleoproteina.

Glikogen – polisaharid glukoze koji predstavlja primarnu skladišnu formu ugljenih hidrata. Glikogen se u ljudskom organizmu deponuje u jetri 100g i skeletnim mišićima 200g, iako gotovo sve ćelije imaju sposobnost deponovanja manjih količina glikogena.

Minerali – su neorganska jedinjenja koja se sastoje od obilja metala (kalcijum, magnezijum, natrijum, i kalijum) i nemetala (sumpor, fosfor i hlor). Minerali čine 4-5% ukupne telesne mase čoveka. Važan su faktor za održavanje fizioloških procesa organizma i jačanje koštane strukture. Takođe imaju ulogu gradivnih i regulatornih materija i neophodi su za rast i razvoj organizma, za apsorpciju vitamina i aktiviranje enzima te za normalno odvijanje metabolizma. Esencijalni su nutrijenti što znači da se moraju unositi putem ishrane a usled nedovoljnog ili prekomernog unosa mogu se javiti razne patološke promene i oboljenja. Najzastupljeniji katjon u ekscelularnoj tečnosti je natrijum, dok je u intracelularnoj tečnosti najzastupljeniji katjon kalijum.

Lipidi – vrlo često se termini lipidi i masti koriste kao sinonimi iako se odnose na potpuno različite komponente i odeljke. Prosti lipidi trigliceridi se sastoje od tri molekula masnih

kiselina i trohidroksilnog alkohola glicerola. Pojmovi mast i trigliceridi predstavljaju sinonime, iz čega nedvosmisleno sledi da su masti potkategorija ukupnih lipida. Kod odraslih osoba blizu 90% od ukupnih lipida predstavljaju masti. Pod lipidima podrazumevamo veliku grupu raznorodnih jedinjenja koja se nalaze u biljnim i životinjskim tkivima nerastvorljiva u vodi a dobro rastvorljiva u nepolarnim organskim rastvaračima (etar, benzen, hloroform). Biološki su veoma značajna jedinjenja. Oni su osnovna komponenta bioloških membrana i utiču na njihovu propustljivost, učestvuju u prenosu nervnih impulsa, stvaraju kontakte među ćelijama, čine energetske rezerve, štite organizam od mehaničkih povreda i formiraju termoizolacioni sloj. Kod ljudi razlikujemo oko 50 različitih lipida koji su podeljeni u pet subkategorija:

- prosti lipidi (uključujući trigliceride i voskove),
- složeni lipidi (fosfolipidi, sfingolipidi i lipoproteini),
- steroidi,
- masne kiseline,
- terpeni (značajan biosintetički gradivni blok unutar skoro svakog živog bića. Steroidi su npr. derivati triterpena skvalena).

Lipidi se često kategorišu kao esencijalni (sfingomijelin i fosfolipidi) i neesencijalni (u velikoj meri u formi triglicerida) na osnovu metaboličkih i drugih uloga u organizmu. Esencijalni (neadipozni) lipidi su oni neophodni za optimalnu funkciju drugih strukturnih elemenata (ćelijska membrana, neuron), za razliku od neesencijalnih koji se pre svega deponuju kao rezerve energije. Kod uslovnog čoveka oko 90% ukupnih lipida čine neesencijalni lipidi, dok preostalih 10% predstavljaju esencijalne lipide. Svako procenjivanje ukupnih telesnih masti (podvodnim merenjem ili metodom kožnih nabora) daje jedinstvenu vrednost koja predstavlja ukupnu količinu lipida (masti) u organizmu bez obzira na funkciju (esencijalne/neesencijalne). Ostatak strukture nakon uklanjanja masti naziva se bezmasna telesna masa ("*fat free mass-FFM*") koju treba razlikovati od mršave mase tela ("*lean body mass - LBM*") u koju su uključene i esencijalne telesne masti a koje se nažalost često koriste kao sinonimi. Treba posebno naglasiti da nema direktnog *in vivo* metoda za merenje segmenta masti u strukturi sastava tela i ovaj segment strukture se uvek procenjuje indirektnim putem. Ostali molekularni segmenti mogu se procenjivati dilucijom izotopa (ukupna telesna voda), *DEXA* (minerali) ili neutronsom aktivacionom analizom azota (proteini).

3.1.3. Čelijski nivo

Na trećem, čelijskom nivou organizacije, organizam je podeljen na:

- ćelije,
- vanćelijsku (ekstracelularnu) tečnost i
- vanćelijski (ekstracelularni) matriks.

Ukupnu masu ćelija čine sve ćelije organizma bez obzira na poreklo, funkciju ili strukturu. Čelije možemo svrstati u četiri kategorije (vezivne, epitelijalne, nervne i mišićne). Za sada ne postoje direktne metode za određivanje ukupne mase ćelija. Ekstracelularna tečnost podrazumeva intravaskularnu plazmu i intersticijalnu tečnost. Ovaj odeljak se sastoji uglavnom od vode i minerala i služi kao medijum za razmenu metabolita pa se njegova veličina može proceniti metodama dilucije izotopa. Ekstracelularni matriks se sastoji od organskih materija kakve su npr. kolagen i elastin u vezivnim tkivima i neorganskih elemenata kao što su kalcijum i fosfor u kostima. Ceo ekstracelularni matriks se ne može direktno izmeriti ali se metodama neutronske aktivacione analize mogu proceniti neki njegovi delovi.

3.1.4. Nivo tkiva

Tkivni nivo organizacije podrazumeva tkiva, organe i sistema organa koji mada različitog nivoa kompleksnosti poseduju slične funkcionalne karakteristike. Generalno gledano tkiva se sastoje od ćelija sličnih po izgledu, funkciji i embrionalnom poreklu. Sva pojedinačna tkiva mogu biti grupisana u četiri kategorije:

- mišićno tkivo,
- vezivno tkivo,
- epitelijalno tkivo i
- nervno tkivo

Stoga telesnu masu na tkivnom nivou možemo definisati kao zbir navedene četiri komponente. Kada je reč o istraživanju i određivanju telesne kompozicije posebno se ističu tri specifične vrste tkiva: koštano, masno i mišićno koja zajedno kod uslovnog čoveka čine 75% ukupne mase.

Koštano tkivo je vrsta potporno vezivnog tkiva koje se obrazuje kod odraslog organizma umesto hrskavičavog tkiva embriona. Uobličeni elementi ovog tkiva su kosti koje pružaju telu potporu i zajedno sa mišićima omogućavaju kretanje. Koštano tkivo ima veliki broj veoma značajnih funkcija za organizam kao što su: potporna uloga, zajedno sa mišićnim sistemom omogućava kretanje, štiti vitalne organe, rezervoar je jona kalcijuma i fosfora koji se po potrebi iz njega mogu mobilisati ili u njega skladištiti. U izgradnji ovog kao i kod većine vezivnih tkiva učestvuju: koštane ćelije (osteoblasti, osteociti i osteoklasti), čvrsta koštana masa (matriks) i vlakna uronjena u matriks.

Druga vrsta vezivnog tkiva je adipozno (masno) tkivo koje se sastoji od masnih ćelija-adipocita sa kolagenom i elastičnim vlaknima, fibroblasta i kapilara. Po svojoj distribuciji adipozno tkivo se deli na četiri tipa: potkožno, viscelarno, intersticijsko i žuto masno tkivo.

Mišićno tkivo je procentualno najzastupljenije tkivo u organizmu čoveka. Građeno je od visokospecijalizovanih ćelija miocita, koje imaju sposobnost da transformišu hemijsku energiju u mehanički rad. Na taj način one razvijaju silu neophodnu za pokretanje tela i njegovih delova, promenu veličine i oblika organa i održavanje svih vitalnih funkcija organizma. Osnovna svojstva mišićnih ćelija su kontraktilnost i ekscitabilnost. Kontrakcija se odvija zahvaljujući prisustvu proteina specifične molekulske građe i organizacije unutar miocita. Ekscitabilnost podrazumeva prisustvo receptora na ćelijskoj membrani koji reaguju na stimulaciju, a koji omogućavaju nervnom i endokrinom sistemu da kontrolišu aktivnost mišića. S obzirom na citološke karakteristike miocita, inervaciju i način kontrakcije, mišići se dele na poprečno-prugasto (skeletalno), glatko i srčano mišićno tkivo. Poprečno-prugasto tkivo izgrađuje skeletne i visceralne prugaste mišiće. Njegove kontrakcije su brze, snažne i uglavnom se odvijaju pod kontrolom svesti. Glatko tkivo ulazi u sastav unutrašnjih organa i ono je specijalizovano za dugotrajne kontrakcije slabijeg intenziteta. Uglavnom se kontrahuje spontano ili pod uticajem endokrinog i autonomnog nervnog sistema. Srčano mišićno tkivo gradi najveći deo mase srca a njegov rad je takođe automatizovan

Organi

Organi se sastoje od dva ili više tkiva koja se spajaju i formiraju velike funkcionalne jedinice kao što su npr. koža, bubrezi, krvni sudovi.

Sistemi organa

Nekoliko organa čije su funkcije u međusobnoj korelaciji čine sistem organa iako svaki organ ima svoju funkciju i ulogu, on samo jednim delom funkcioniše kao zaseban deo sistema. Upravo na nivou sistema organa, organi čine anatomske strukture koje u sinergiji sprovode specifične funkcije i zadatke. Na potpuno isti način funkcionišu sistemi organa, čije se funkcije u znatnoj meri preklapaju. Bez ovakve kooperacije organskih sistema opstanak našeg tela bio bi nezamisliv. Svaki organ ponaosob sadrži nekoliko vrsta tkiva a svako tkivo sačinjeno je od mnoštva ćelija i vanćelijskog materijala. U ljudskom telu razlikujemo jedanaest glavnih sistema: mišićni, skeletni, nervni, kardiovaskularni, limfni, respiratorni, digestivni, urinarni, reproduktivni, endokrini i pokrovni (koža, kosa, nokti). Iako se telesna masa može vrlo precizno izraziti na nivou tkiva, većina navedenih komponenata koje čine sistem organa trenutno nije moguće izmeriti *in vivo*.

3.1.5. Nivo organizma

Na nivou atoma, molekula, ćelije i tkiva ljudi i neke vrste primata imaju sličnu telesnu kompoziciju ali nivo čitavog organizma sa svim svojim karakteristikama je taj koji ih umnogome diferencira. Pet nivoa hijerarhijske strukture ljudskog organizma pogodno su tlo za različite analize telesne kompozicije. Očigledno je postojanje veze između različitih nivoa, pa će stoga mnogi genetski, biološki i patološki procesi imati uticaj ne samo na prva četiri nivoa, već i na čitav organizam. Kada je određivanje telesnog sastava na poslednjem petom nivou u pitanju, bitno je navesti sve varijable koje determinišu telesnu kompoziciju.

- postura,
- dužine segmenata tela,
- dijametri (prečnici ili širine),
- obimi,
- debljina kožnih nabora,
- površina tela,
- zapremina tela,
- telesna masa,

- bodi mas indeks (*BMI*),
- gustina tela,

3.2. Metode određivanja telesne kompozicije

U narednom poglavlju biće reči o metodama određivanja telesne kompozicije. U praksi dve metode koje se najčešće koriste su: antropometrijske metode i bioelektrična impedanca zbog čega su one detaljnije objašnjene u nastavku, uz nabrojanje i ostalih metoda.

3.2.1. Antropometrijske tehnike i varijante pristupa u merenju potkožnog masnog tkiva

Kod antropometrijske metode vrlo je bitna preciznost dijagnostifikovanja zbog toga što ova merenja koriste različite, relativno uopštene preporuke, pa tako dovode do površnog pristupa pri samoj tehnici prikupljanja podataka kao što su merenje telesne mase, visine, cirkularnih i longitudinalnih mera. Visina i masa tela su svakako najviše eksploatisane mere od svih poznatih antropometrijskih varijabli.

Body mass index (BMI)

Možda najjednostavnija ali ne toliko precizna metoda upravo je zasnovana na određivanju telesne mase (TM) i telesne visine (TV). *BMI* ili indeks telesne mase predstavlja najjednostavniji pokazatelj kada se govori o proceni i kvalitetu telesnog sastava. *BMI* prikazuje odnos mase i visine tela, međutim ne uzima u obzir telesnu građu. Izvodi se iz direktno obrnute mere, odnosa mase i kvadrata visine. Tvorac ove metode je belgijski naučnik *Adolphe Quetelet*. Ovaj indeks je često u upotrebi kao statističko oruđe koje je namenjeno proučavanju društvenog zdravlja. Kao takav omogućava izučavanje i poređenje medicinskih izveštaja u kojima se beleže visina i masa uzorka, u smislu procene zdravstvenog rizika i stanja uhranjenosti stanovništva. Izučavanje se vrši po prikazanoj formuli a ono što je važno navesti, jested a se takav odnos nalazi u korelaciji sa procentom masti ($r=0,80$). Glavna mana ove metode je zanemarivanje individualnih razlika u bezmasnoj masi (*FFM*) i relativnoj masnoći. *BMI* se određuje na sledeći način.

$$BMI = \text{telesna masa(kg)} / \text{visina}^2 (\text{m}^2)$$

Prema Svetskoj Zdravstvenoj Organizaciji poželjno je da *BMI* bude u rasponu od 18,5 – 24,9 što svakako zavisi od specifičnosti populacije na kojoj su *BMI* vrednosti izvedene. Ukoliko su vrednosti *BMI* ispod 18,5 to označava mršavost, ukoliko su vrednosti u rasponu od 25,0 – 29,9 to označava visok *BMI*, a ukoliko *BMI* vrednost prelazi iznad 30 to označava izrazitu gojaznost i najveći faktor rizika za nastanak bolesti.

Obim struka i odnos cirkularnih mera struka i kukova

Još jedna od jednostavnijih veličina kada se govori o procenjivanju telesnog sastava je i **indeks distribucije telesne masti iznad i ispod struka (*waist to hip ratio* – *WHR*)**. U mnogim studijama se ističe da je abdominalno gomilanje masnih naslaga uzrok mnogih bolesti. Naime zaključuje se da je veliki obim struka i odnos cirkularnih mera struka i kukova u pozitivnoj korelaciji sa nastankom infarkta miokarda, angine pektoris, dijabetesa i šloga. Ovaj indeks izračunava se jednostavnom podelom obima struka i obima kukova u centimetrima. Obim struka meri se u stojećem stavu, kod žena na najužem mestu, ispod rebara a iznad karlične kosti, a kod muškaraca u nivou pupka. Obim kukova meri se u stojećem stavu, spojenih stopala, u nivou gde je najveća širina kad se posmatra sa leđa. Odnos struka i kukova veći od 0,9 za muškarce i 0,8 za žene, predstavlja povećan rizik za zdravlje. Indeks uzima u obzir dva tipa gojaznosti: androidni (jabukoliki) za muškarce i genoidni (kruškoliki) za žene.

Telesni sastav se preciznije i višeslojnije može odrediti na osnovu antropometrijskih varijabli uz korišćenje jednačine programa po Matiegki. Antropometrijske varijable se mere prema *IBP*-u (internacionalnom biološkom programu), u standardizovanim uslovima. Treba imati u vidu da je antropometrija složena i zahtevna naučna disciplina, pa je stoga neophodno konstantno usavršavanje antropometrijskih protokola i striktno pridržavanje uputstava, kako bi dobijeni rezultati mali maksimalnu validnost.

Antropometrijske metode koje se takođe koriste su.

- antropometrijski metod Behnke,
- merenje potkožnog masnog tkiva,
- protokol po Matiegki,
- program po Eurofitu

3.2.2. Bioelektrična impedanca – BIA (*Bioelectric Impedance Analysis*)

Termin Bioelektrična impedanca je prvi put korišćen za metod iz osamdesetih godina prošlog veka. Tokom sledećih godina ovaj metod je uspeo seba da potvrdi među dosta drugih sličnih metoda za analizu strukture tela i sada je priznat internacionalno i koristi se u mnogim oblastima nutricionizma i antropologije.

Na vremenskoj skali razvoja bioelektrične impedance na početku se nalazi italijanski fizičar Galvani, koji je 1786. godine posmatrao uticaj električne struje na tkivne strukture žabe. Dalji eksperimenti ovakvog tipa i njihova eksploatacija su bili beznačajni sve do 1960.godine, kada je Francuz po imenu *Thomasset* izjavio da količina fluida direktno definiše električnu otpornost tog tkiva. On i njegovi saradnici su razvili prvu bioelektričnu impedancu za analizu biološki aktivnog tkiva. Razvoj je tekao dalje na različitim mestima u svetu do trenutka kada je Američki istraživač *Nyboer* 1970. Godine ustanovio principe funkcionisanja bioelektrične impedance kakvu sada poznajemo. *Nyboer* je bio u stanju da dokaže da informacije koje daje ova analiza zaista pružaju validne podatke o strukturi ljudskoga tela. Ova tehnika određivanja sastava tela (bezmasne komponente-FFM, masne komponente-D i ukupne telesne tečnosti-TBW) zasnovana je na principu da električna energija protiče kroz nemasnu, mišićnu masu, koja sadrži najveći deo ukupne vode i elektrolita.

Telesna masa provodnika (TM) je u direktnom odnosu sa njegovom dužinom (TV) i u obnutom odnosu sa impedancom. Masno tkivo (D) je slab električni provodnik i neznatno doprinosi merenju električne impedance. Za izračunavanje telesne tečnosti koriste se sledeći obrasci:

- Za muškarce: $TBW = 0,611 \times (TV : R)$, gde je R impedance i
- Za žene: $TBW = 0,645 \times (TV : R)$

Za određivanje mase nemasnog tkiva (FFM), u čiji sastav ulazi 73,2% vode koriste se navedene formule

- $FFM = 1,3661 \times TBW$
- $\%FFM = 136,61 \times (TBW : TM)$

Procentuali udeo masti (%D) izračunava se formulom:

- $%D = 100\% - FFM$

Varijacije u hidrataciji tela mogu bitno uticati na rezultate, pa se stoga ovaj metod određivanja telesne kompozicije ne primenjuje kad:

- je subjekt u PMS-u,
- subjekt uzima diuretike,
- je subjekt prethodno bio podvrgnut napornom programu vežbanja sa obilnim znojenjem,
- subjekt pati od mamurluka (alkohol potiskuje antidiuretski hormon i prouzrokuje privremeni gubitak vode – stanje se stabilizuje u naredna 24 časa).

3.2.3. Ostale metode određivanja telesne kompozicije

Postoje još i sledeće metode za određivanje telesne kompozicije:

- Hidrostatsko Merenje Težine (*Hydrodensitometry*)
- *Dexa* Merenje Apsorpcije X-Zraka Dvostrukih Energija (*Dual Energy X-Ray Absorptionmetry*)
- Biohemijske Tehnike (Analiza K40 količine kalijuma – potassium K40 analysis, ukupna količina vode u organizmu - total body water, apsorpcija internog gasa – inert gas absorption)
- *IVNAA* – Aktivacija Neutrona in vivo (*In-Vivo Neutron Activation Analysis*)
- *NMR* – Nuklearna Magnetna Rezonanca (*Nuclear Magnetic Resonance Technique*)
- *MRT* – Tomografija Magnetnom Rezonancom (*Magnet Resonance Tomography*)
- Merenje apsorpcije fotona (*Photon Absorption Measurement*)
- *TOBEC* – Merenje Kompletne Električne Provodljivosti Tela (*Measurement Of Total Body Electrical Conductivity*)
- Ultrazvučne Tehnika (*Ultrasound*)
- CT – Kompjuterizovana Tomografija (*Computerized Tomography*)

4. Funkcionalni trening

4.1. Funkcionalni trening - istorijat

Kad bi se određivalo vreme nastanka funkcionalnog treninga moglo bi se reći da je on nastao od kad postoji i čovek. Od samog nastanka sveta i ljudi čovek se bavi nekom fizičkom aktivnošću. Nekada se ta aktivnost svodila na goli opstanak, lov, ribolov, sakupljanje hrane i samoodbranu ali baš i zbog toga je bila funkcionalna jer je na taj način čovek svakodnevno bio fizički aktivan i u velikoj meri je ispunjavao svoju potrebu za kretanjem. Potvrdu o prvim smislenim i namerno organizovanim vidom funkcionalnog vežbanja imamo u zapisima o jogi u Indiji koji datiraju još 3000. godine pre nove ere, a za koju se već tada verovalo da misli, govor i pokret (vežba) poboljšavaju kvalitet života, što se može lako prepoznati kao funkcionalan oblik treninga. Oko 2700. godine pre nove ere, u Kini su takođe razvijani različiti oblici vežbanja koji se mogu podvesti pod funkcionalne a to su Kung Fu i Tai-Či, sastav funkcionalnih vežbi kojem je cilj poboljšanje zdravlja, vitalnosti te fizičke i psihičke snage.

Funkcionalni trening u modernom obliku svoje korene vuče iz rehabilitacije. Naime, fizijatri i terapeuti često koriste ovaj pristup u rehabilitaciji bolesnika s poremećajima kretanja. Njihov je zadatak odabrati određene vežbe i specifične pokrete s ciljem vraćanja funkcionalne nezavisnosti nakon povrede ili operativnog zahvata. Na ovaj način se kroz vežbe oponašaju svakodnevni pokreti na poslu ili kod kuće, kako bi se kod pacijenata vratila njihova fizička nezavisnost i radna sposobnost. Dakle, cilj ovoga pristupa je karakterističnim vežbama i individualnim pristupom osobi vratiti raniju funkcionalnost.

Takođe i pri rehabilitaciji pacijenata koji su doživeli srčani udar, u poslednjih se 15 godina koriste specifične trening tehnike koje sadrže vežbe osnovnih funkcija, sposobnosti i izdržljivosti (mišićne i kardiovaskularne). Upravo je funkcionalni trening pokazao jako dobre rezultate u rehabilitaciji ovih bolesnika. Dodatno, studije pokazuju da pacijenti pokazuju značajna funkcionalna poboljšanja tokom rehabilitacije, a s obzirom da se u većini slučajeva nastavljaju baviti fizičkom aktivnošću i nakon završenog procesa rehabilitacije, osigurani su i bolji rezultati za budućnost.

4.2. Šta je funkcionalni trening?

Pojam „funkcionalan“ ima više značenja, među kojima su: radni ili prilagođen životu i radu, koji je sposoban delovati i koji je izmišljen, projektovan, predviđen i sl. za određenu svrhu ili potrebu. Prema dostupnim definicijama moguće je izvesti neke zaključke o pojmu funkcionalnog treninga, o kojem ovde govorimo. Istovremeno, u fitnes industriji ne postoji jedinstvena definicija funkcionalnog treninga, a treneri čak i sam pojam „funkcionalno“ dovode u pitanje, ističući da to podrazumeva postojanje i nekog „nefunkcionalnog treninga“ što nije realnost.

Pojam „funkcionalni trening“ označava koncept treninga kojim se utiče na istovremeni razvoj što većeg broja motoričkih i funkcionalnih sposobnosti i osobina te na sastav tela. Drugim rečima, funkcionalni trening će uticati na razvoj motoričkih sposobnosti (snaga, mišićna izdržljivost, pokretljivost, koordinacija, ravnoteža, brzina), energetske kapaciteta (fosfatni, glikolitički i aerobni) te na smanjenje masnog tkiva (potkožnog i visceralnog) i povećanje mišićne mase. Ono što razlikuje ovaj trening od nekih drugih tipičnih treninga (*powerlifting*, *weightlifting*, *bodybuilding*.) je izbor rekvizita, vežbi te definisanje trenažnih sredstava u smisleni trening.

U ovom radu ćemo funkcionalni trening podrazumevati kao trening koji implementira specifične i opšte vežbe s tačno određenim funkcionalnim ciljevima, a funkcionalni ciljevi se razlikuju od pojedinca do pojedinca, odnosno od njegovih ciljeva. Naime, ako vežbe podelimo na specifične i opšte, nemoguće je jedne nazvati funkcionalnima, a druge ne. Naime, pod specifičnim vežbama se podrazumevaju aktivnosti slične ciljanim aktivnostima: svakodnevnim pokretima, u treninzima s ciljem rehabilitacije ili u pokretima u specifičnim sportovima kod treninga sportista specifičnih sportova. Princip specifičnosti se primenjuje tako da se odabere vežba čiji je pokret i mišićna i zglobna aktivacija slična ciljanoj aktivnosti. Adaptacija na trening će u ovom slučaju biti specifična prema zahtevima koje trening izlaže na telo.

Opšte vežbe podrazumevaju najpre složene i izolacione vežbe snage uz korišćenje slobodnih tegova, rekvizita i mašina – njihov je cilj povećanje mišićne mase, gustine kostiju, zdravlja zglobova i vezivnog tkiva te motoričkih sposobnosti. Iako ovi pokreti ne oponašaju neke druge specifične pokrete, njihov zadatak je takođe poboljšanje performansi. Na primer, povećana

gustina kostiju i kvalitet vezivnog tkiva svakako je segment poboljšanja opšte funkcionalnosti pojedinca. Zato će u ovom radu funkcionalni trening biti predstavljen kroz širi aspekt, a ne prema uskoj definiciji oponašanja pokreta iz svakodnevnog života ili specifičnog sporta jer mislim da se čini ispravnim funkcionalnost posmatrati na više nivoa.

Dakle, funkcionalni trening priprema mišiće na zajedničko delovanje u svakodnevnim životnim aktivnostima, a s obzirom da istovremeno koristi različite mišiće iz više mišićnih grupa, funkcionalni trening stavlja naglasak na mišiće trupa (*core*) i stabilnost koju oni daju celom telu. Funkcionalni trening je vrsta telesne aktivnosti koja istovremeno aktivira više mišića, više mišićnih grupa i više zglobova. Na taj način se olakšava izvođenje svakodnevnih aktivnosti, smanjuje opasnost od povreda i posledično, značajno poboljšava kvalitet života. Kod sportista, funkcionalni trening poboljšava performanse u matičnom sportu, a njegova individualizacija i prilagođavanje individualnim potrebama i karakteristikama, garantuje uspešnost i povećanje ukupne funkcionalnosti.

Da bi bio efikasan, funkcionalni trening mora sadržati niz različitih elemenata koji su prilagođeni pojedinačnim sposobnostima, potrebama i ciljevima vežbača. Među njima su:

- Individualnost - po autoru ovog rada ovaj element je veoma važan ako ne i najvažniji u koncipiranju funkcionalnog treninga. Ceo trenažni process kao i svaki pojedinačni trening mora biti prilagođen svakom pojedinom vežbaču, a u skladu sa njegovim ciljevima, individualnim karakteristikama i sposobnostima te utvrđenom zdravstvenom stanju. Ovo je jako bitno jer svako od nas ima određene specifičnosti (anatomske, fiziološke, morfološke, mentalne i mnoge druge manje važne) koje moramo poštovati i uzeti u obzir ne bi li ceo trenažni process bio u potpunosti uspešan.
- Baziranost na funkcionalnim zadacima usmerenima prema svakodnevnim aktivnostima.
- Integrisanost - trening mora sadržati raznovrsne vežbe koje podrazumevaju fleksibilnost, snažan trup (*core*), balans, snagu, fokusirajući se na kompleksne pokrete i vežbe.
- Progresivnost - trening mora biti planirano progresivan, uz postupno otežavanje zadataka.

- Periodizacija - podela treninga na cikluse koji imaju vlastite ciljeve, sredstva i metode, te su povezani u zajednički plan koji omogućuje postizanje krajnjeg cilja.

Pravi funkcionalni trening je najkompletniji način treniranja jer se radi na svim bitnim parametrima; snazi, kondiciji, eksplozivnosti, brzini, izdržljivosti i pokretljivosti. Moglo bi se reći da je iz svih sportova uzeto ono najučinkovitije te složeno u jedan veoma raznolik koncept, a pritom se vodi računa o gore navedenim elementima.

Upravo da bi se postigla željena mišićna snaga, čvrstoća zglobova i vezivnog tkiva, balans i fleksibilnost u svim aspektima pokreta, potrebno je izvoditi funkcionalne pokrete. Zbog toga je u ovoj vrsti treninga neophodno uključivati višezglobne i kompleksne vežbe koje zahtevaju aktivaciju stabilizatora kako bi se pokret mogao izvesti ispravno. Sve ovo zahteva optimalan odgovor centralnog nervnog sistema te pravilnu mišićnu reakciju u željenom trenutku. Zato, da bi osmislio kvalitetan funkcionalni trening, trener mora postaviti realistične ciljeve i upoznati se s vežbačevim slabostima, dnevnim aktivnostima, ali i postojećim ograničenjima. Takođe, nužno je pre svega prepoznati i postojeće posturalne nepravilnosti, te u trening uvrstiti korektivne vežbe. To zahteva poznavanje anatomije, funkcionisanja mišićnog sistema te motoričke uzorke.

4.3. Prednosti funkcionalnog treninga

U nizu različitih metoda treninga, funkcionalni trening dobija sve više poklonika, a sportski radnici ističu njegove prednosti nad drugim metodama. Među njima se nalaze:

Povećanje sva tri energetska sistema. Postoje tri glavna energetska sistema koji pokreću sve ljudske aktivnosti. Gotovo sve promene koje se događaju u telu zbog vežbanja, odnose se na zahteve koji se stavljaju ovim energetske sistemima. Takođe, učinkovitost bilo kojeg fitness režima u velikoj meri može biti vezana za njegovu sposobnost da izazove odgovarajući uticaj na promene unutar ta tri energetska sistema. Ta tri sistema su anaerobno-fosfageni sistem, anaerobno-glikolitički sistem i aerobni-oksidativni sistem. Prvi se odnosi na ATP-adenozin-tri-fosfat - osnovni i jedini izvor energije kojeg stanični sistem može neposredno koristiti za svoje energetske potrebe. Sastoji se od azotne baze, tri fosfatne grupe i šećerne komponente riboze. Drugi je glikoliza - proces razgradnje glikogena u svrhu obnavljanja ATP. Brza glikoliza ili anaerobna glikoliza - piruvat se pretvara u mlečnu kiselinu (laktat) koji osigurava brzu resintezu

ATP, za razliku od spore ili aerobne glikolize, tokom koje se piruvat transportuje u mitohondrije i oksiduje uz prisustvo kiseonika. Treći je oksidativni: glavni izvor energije u mirovanju i aktivnostima nižeg intenziteta prilikom kojeg se većinom koriste ugljeni hidrati i masti. Tokom mirovanja 70% energije dolazi oksidacijom masti, a tek 30% iz ugljenih hidrata.

Poboljšanje kompozicije tela. Kompozicija tela, poznata i kao kinantropometrija, uključuje procenu telesne građe i komponenti tela. Ovo uključuje mišiće, kosti i masti, obraćajući pažnju na veličinu, oblik i proporcije svakog tkiva. Poboljšanje kompozicije tela odnosi se na povećanje udela mišića, na uštrb udela masti u ukupnoj telesnoj kompoziciji.

Povećanje mišićne mase i snage. Povećanjem mišićne mase, dolazi i do povećanja snage. Zbog povećanja mišićne mase dolazi i do povećanja bazalnog metabolizma, pa se povećava i količina energije koja se troši, što posledično, dovodi i do topljenja masnoga tkiva. Sve to utiče na telesnu kompoziciju, ali i izdržljivost i performanse.

Povećanje stabilnosti. Budući da se svaki funkcionalni trening sastoji od vežbi i pokreta koji poboljšavaju fleksibilnost, mobilnost, stabilnost trupa (*core*), balans i snagu, ova vrsta treninga stalno drži vežbača aktivnim te održava visok nivo aktivacije centralnog nervnog sistema.

Poboljšanje posture i stabilnosti trupa (core). Funkcionalni trening pozitivno utiče na ispravljanje nedostataka lošeg držanja (*posture*) te mišićne nedostatke koji dovode to nje. Često su razlozi tome uzrokovani nepravilnim položajem na poslu ili u svakodnevnim aktivnostima. Budući da sve vežbe u ovom tipu treninga uključuju aktivaciju trupa (*core*), vežbač stiče svest o stabilizaciji trupa (*core*) i karlice što ih čuva od spoljašnjih uticaja. Upravo na taj način, jači trup (*core*) i čvršća karlica lakše će se boriti protiv izazova svakodnevnice koji ih inače deformišu.

Povećanje radnog kapaciteta vežbanja. Radni kapacitet i radno opterećenje označavaju koliki obim i intenzitet rada možemo podneti kroz treninge. Povećanjem kapaciteta, povećava se vežbačeva sposobnost za intenzivnije treninge u istom vremenskom periodu, što rezultira sve boljim rezultatima.

Raznolikost trening programa. Raznolikost je osigurana velikim brojem mogućih vežbi te nizom rekvizita koji su dostupni u realizaciji funkcionalnog treninga. U tom kontekstu je svaki

trening moguće osmisлити na drugačiji način, čime će se izbeći monotonija u treningu i manjak motivacije kod vežbača.

4.4. Vežbe i rekviziti koji su karakteristični za funkcionalni trening

Temelj funkcionalnog treninga je kvalitetan izbor vežbi. Vežba treba biti složena kako bi stavila najveći zahtev na aktivaciju centralnog nervnog sistema, mišićnog sistema te energetskog sistema. Složena vežba je ona koja uključuje veći broj zglobova u pokretu što uzrokuje aktivaciju velikog broja mišića, zahteva kretanje kroz više ravni (sagitalna, frontalna, transverzalna) te zahteva aktivaciju barem dva energetska sistema.

Kako je ranije navedeno, tokom funkcionalnog treninga naglasak se stavlja na kompleksnim višezglobnim vežbama, dok se izolacione i korektivne vežbe koriste tek prema individualnim potrebama svakog pojedinog vežbača, a s ciljem ispravljanja nekih njegovih nedostataka ili jačanja slabijih mišićnih grupa. Među vežbama koje se najčešće uvrštavaju u funkcionalni trening su:

- izbačaji, nabačaji, trzaji,
- sve vežbe sa girjama,
- sve vežbe sa medicinkom,
- sve vežbe sa konopcima,
- sve tehnike preskakanja vijače,
- sve vrste skokova na pliometrijske kutije,
- sve vrste zgibova, sklekova, izometrijskih držanja na karikama,
- sve vežbe snage s težinom sopstvenog tela,
- sve vežbe u kojima trener pruža vežbaču otpor tj. vežbe sa manuelnim otporom

Olimpijsko dizanje tegova deo je funkcionalnog treninga većine sportista. Tome doprinose mnoga istraživanja kojima je dokazano da sportisti koji uvrštavaju u svoj trening elemente olimpijskog dizanja (trzaj, nabačaj, izbačaj) znatno poboljšavaju svoju maksimalnu i eksplozivnu snagu. Osim maksimalne i eksplozivne snage u prvom redu, dolazi do poboljšanja pokretljivosti te ravnoteže i koordinacije. Olimpijsko dizanje tegova nam takođe omogućava

navikavanje tela na velika specifična i takmičarska opterećenja jer sile koje se javljaju u pojedinim fazama dizanja tegova mogu biti i dvostruko veće od same težine tegova.

Vežbi s girjom je gotovo neograničeno puno. Tu imamo različite nabačaje i trzaje (poput onih u olimpijskom dizanju tegova), pregibi i potisci, zamasi (jednoručni i obojručni), vetrenjača, čučnjevi, iskoraci, mrtvo dizanje, potisak s grudi, razvlačenja, jednoručna veslanja i dr. Najvažnija prednost treninga s girjama je što istovremeno deluju na veći broj sposobnosti. Slično kao i s girjama i s medicinkom se može odraditi nebrojeno mnogo vežbi. Vežbe s medicinkom su važan alat u razvoju specifične snage u pojedinim sportovima. Mogu se koristiti kao deo kružnog treninga ili treninga eksplozivne snage i/ili snažne izdržljivosti.

Varijacije vežbi s konopcima sežu od jednoručnih, dvoručnih, istovremenih, naizmeničnih talasa, zmija, tvistova itd. Konopac je rekvizit koji u kratkom vremenu poboljšava vežbačevu kompletnu fizičku spremnost, te razvija snagu, eksplozivnost i brzinu. Skokovi s vijačom, u svim tehnikama, efikasan su način da se dostigne viši nivo brzine, eksplozivnosti, koordinacije te boljeg osećaja ravnoteže.

Sve vrste skokova na kutiju su pliometrijska vežba koja uključuje repetitivno skakanje na kutiju ili neku drugu ravnu i stabilnu površinu. Posebno kod sportista, odlično utiče na napredak u vertikalnim skokovima, te povećava snagu i mišićnu izdržljivost nogu. Ostali benefiti uključuju povećanu eksplozivnost, napredak u olimpijskim dizanjima (brža fleksija kuka), i bolju kardiovaskularnu izdržljivost.

Zgibovi i sklekovi su vežbe snage koja razvija specifične mišićne grupe, a tokom kojih se radi samo s težinom sopstvenog tela. Zgibovi aktiviraju znatno više mišićnih vlakana od sličnih vežba na spravama, dok sklekovi (u svim varijacijama) jačaju gornje mišićne grupe i trup(core).

Bodyweight vežbe ili vežbe sa sopstvenom težinom predstavljaju, osnovu svih vežbi snage. Uz pomoć *bodyweight* vežbi može se izgraditi i ojačati celo telo tj. kompletna muskulatura. Ove vežbe su veoma efikasan i jednostavan način kako poboljšati fleksibilnost, balans i snagu bez korištenja sprava ili bilo koje druge dodatne opreme.

Vežbe kojima trener pruža otpor vežbaču ili vežbe sa manuelnim otporom su odličan način da se izoluje određen mišić ili mišićna grupa koja je insuficijentna ili skraćena pa joj je

potreban poseban tretman ne bi li se uklonio određen nedostatak. Takođe ovim načinom dobijamo bezbroj novih mogućnosti za osmišljavanje novih vežbi kojima možemo pravilno uticati na izvođenje istih bez toga da smo ograničeni spravom ili rekvizitima koje koristimo. Kod ovih vežbi od presudnog značaja je stručnost i osećaj trenera.

U funkcionalnom treningu, izbor rekvizita je zaista veliki. Mogu se koristiti standardni rekviziti kao što su bučice i šipke, ali i spomenute girje, palice, „sandbags“, pilates lopte, medicinke, vijače, viper, TRX, konopci, elastične trake, niske prepone, velike kamionske gume, slash pipe, balansne ploče, foam roleri i mnoge druge. Najčešće se kombinuje više rekvizita što osigurava raznolikost i učinkovitost treninga.

4.5. Planiranje i programiranje u funkcionalnom treningu

U osmišljavanju primera funkcionalnog treninga, osim imajući na umu individualne karakteristike svakog vežbača, uključujući njegove slabosti, posturalne nepravilnosti i ciljeve, trener mora imati na umu stabilnost trupa (*core*), fleksibilnost i balans. Naime, nužno je kod vežbača osvestiti posturu tela kako bi se mogla kontrolisati i održavati ispravnom, tokom celog trajanja pokreta i pri većim opterećenjima. Srž funkcionalnog treninga se sastoji od dinamičkih pokreta, izometrijskih vežbi i ispitivanja centra za ravnotežu. Da bi se u potpunosti aktivirali mišići trupa (*core*), nužno je u trening uključiti dinamičke stabilizatore, ali i izometrijske i proprioceptivne pokrete, ne samo u središnjem delu, nego u celom trupu.

Medicinke, balansne ploče, foam roleri i različite loptice su izvrsni rekviziti u treningu trupa (*core*) te svakako trebaju biti uvršteni u trening. Slab trup (*core*) doprinosi slaboj stabilnosti te ograničava određene pokrete ekstremiteta, što uzrokuje mišićnu neravnotežu u kinetičkom lancu. Posledično, ovo je uzrok mnogih povreda pa je nužno aktivirati i male mišiće koji učestvuju u ukupnom kinetičkom lancu.

Vrlo često se minimalizuje važnost pokretljivosti/fleksibilnosti, a upravo je ona koren mnogih problema. Telesni pokreti su često ograničeni ili nepravilni upravo zbog manjka pokretljivosti, a postura je nepravilna. Dinamičko i statičko rastezanje su ključni faktori svakog treninga i trebaju biti njegov deo ne bi li se rešili ograničenost izvođenja pokreta u zglobovima i nepravilno držanje tela, s tim što se dinamičko rastezanje radi pre treninga a statičko posle

treninga. Naime, kada je mišić „tvrd“, ograničena je njegova sposobnost kontrakcije, što izaziva nepotpun pokret i povećava opasnost od povrede.

Kod većine vežbi suština je da radi što više mišića istovremeno, a većina vežbi najviše pogađa trbuh i donji deo leđa, što su kod većine ljudi najslabiji delovi tela. Ako se tome dodaju i minimalni odmori između vežbi (u zavisnosti od vežbača) dobijamo vrlo moćno oruđe za sagorevanje masti i izgradnju mišića. Upravo zbog te kombinacije vežbi koje aktiviraju sve mišiće u telu te minimalnih odmora, ovakav način treniranja je vrlo iscrpljujući, fizički i psihički. Iako ceo trening retko kada traje duže od 40-tak minuta, to je i više nego dovoljno vremena da se potroše zalihe snage jer ovakva metoda iscrpljuje sva tri energijska sistema.

Kod pravljenja funkcionalnih trening programa bitno je ukomponovati što manje vežbi sa što više učinka, pa se ponekad (veoma retko) ceo trening sastoji od samo dve vežbe npr: mrtvo dizanje i rameni potisak. Naizgled se čini lako, jednostavno i nedovoljno za neke ozbiljnije rezultate ali svaki iskusniji dizač tegova zna da sa mrtvim dizanjem radi svaki mišić u telu osim grudi i ramena, pa zato uz rameni potisak dobijamo vrlo jaku kombinaciju za izgradnju mišića u celom telu, a zavisno od odmora između serija i kilaži možemo postići različite ciljeve.

Vežba i rekvizit sami po sebi nam ništa ne govore dok im ne pridružimo parametre kao što su intenzitet i obim. Intenzitet može biti definisan težinom rekvizita i brzinom izvođenja dok je obim određen brojem ponavljanja ili vremenom trajanja pojedine vežbe. Osim određivanja samih parametara, bitno ih je rasporediti u smislenu celinu koja čini trening. Funkcionalni trening koristi široki raspon parametara pa se lako može dogoditi da neku vežbu radite s velikim težinama kroz manji broj ponavljanja do toga da radite vežbu s malim ili nikakvim opterećenjem (npr. vlastita težina) i maksimalni broj ponavljanja. Prva situacija će više aktivirati fosfagene i glikolitičke energetske sisteme i razviti sposobnosti kao što su jakost i snaga pa će uticati na porast mišićne mase dok će primena parametara iz druge situacije više razviti glikolitičke i aerobne energetske sisteme te izdržljivost i repetitivnu snagu, a uticaj na sastav tela će biti u smanjenju potkožnog masnog tkiva. Da bi izvukli najbolje od samog treninga, poželjno je kombinovati različite parametre. Parametri koji još nismo spomenuli a vrlo su bitni za sam trening su: broj vežbi, broj serija/krugova/stanica, broj izvođenja vežbe unutar jedne serije, brzina izvođenja pokreta, način izvođenja pokreta, trajanje pauza i trajanje samog treninga.

5. Elektromišićna stimulacija (EMS)

5.1. Elektromišićna stimulacija istorijat

Luidi Galvani (1761) pružio je prve naučne dokze da struja može aktivirati mišiće. Francuski fiziolog Žan Batist Sarlandiere je u 19. veku uveo elktroakupkturu u evropsku medicinu, terapijsku tehniku koja je kombinovala električnu energiju sa akupunkturuom. Tvrdio je da ova je ova metoda najadekvatnija za lečenje reumatizma i gihta. Elektromišićna stimulacija je bila glavno uporište fizikalne terapije kao jedna od glavnih metoda rehabilitacije mišićnog tkiva posle povrede ili operacije. Tokom 19. i 20. veka naučnici su proučavali i dokumentovali precizna elctrična svojstva koja stvaraju reakciju mišića. Šezdesetih godina prošlog veka sovjetski sportski naučnici primenjivali su EMS u treningu vrhunskih sportista tvrdeći da je primenom EMS moguće povećanje snage čak i do 40%.

5.2. Šta je elektromišićna stimulacija

Kao što je i ranije navedeno elektromišićna stimulacija je izazivanje mišićnih kontrakcija korišćenjem električnih impulsa. Impulse generiše sprava, koje kroz kožu šalje stimulator preko elektroda koje se postavljaju na telo. Da bi se ovo bolje razumelo potrebno je prisetiti se, da voljna kontrakcija poprečnoprugastih mišića nastaje kao rezultat komande centralnog nervnog sistema, čiji impuls se prenosi kroz nerve kao električni signal, koji na kraju regrutuje željene mišiće.

Isto se može postići polazeći od spoljnog impulsa koji zamenjuje voljno izdatu komandu od strane centralnog nervnog sistema. Električnim impulsima koje generiše sprava mogu se stimulisati i mišići i nervi, tako da se dobije isti rezultat kao i kod komande centralnog nervnog sistema, koji regrutuje željene mišiće i izaziva mišićne kontrakcije. Iz ovoga se nameće pitanje koji način je bolji, da li stimulisati direktno mišiće ili stimulisati nerve i tako indirektno stimulisati mišiće. Membranski potencijal nervnih vlakana u stanju mirovanja je -70mV, a prag da se pokrene akcioni potencijal je -55mV. Kako bi se nadražila nervna vlakna neophodno je promeniti potencijal membrane za 15mV. Upoređujući ovu vrednost sa 35mV koliko je potrebno za aktivaciju mišićnih vlakana razlika je ogromna: potrebno je 57% manje napona da se stimulišu nervna vlakna, što znači da je indirektan način daleko efikasniji od direktne stimulacije. Drugi

faktor koji indirektan način čini boljom opcijom je komfor. Korišćenje nižeg intenziteta napona podrazumeva i majnu stimulaciju nociceptora (nervnih završetaka specijalizovanih da reaguju na oštećenja tkiva bolom).

Kada električni stimulus stigne do nervnog tkiva, on okida membranski potencijal iznad praga od -70mV . Akcioni potencijal započne kretanje duž nervnog vlakna slično kao što se dešava stimulusom generisanim od strane centralnog nervnog sistema. Impuls stiže do prostora između nerva i mišićnog vlakna, tj. nervno-mišićne sinapse gde biva transformisan u hemijski impuls. U ovom trenutku kontrakcija je regulisana istovetno kao što bi to bilo u slučaju voljne kontrakcije. Stoga kontrakcija izazvana elektromišićnom stimulacijom regulisana je istim mehanizmima i proizvodi iste fiziološke efekte, uključujući mišićnu adaptaciju i trenažne efekte, kao i voljna kontrakcija.

5.2.1. Primena elektrostimulacije na motorne neurone

Prečnik motornih nervnih vlakana je veći od ostalih nervnih vlakana. Takođe se odlikuju izolacionim slojem koji omogućava brži prenos akcionih potencijala, izolaciju od spoljnih impulsa i veoma preciznu selekciju mišićnih vlakana koja će se kontrahovati. Ovaj efekat izolacije teži da izoluje nervna vlakna čak i od stimulusa elektrostimulatora. Dobra okolnost je što na nervnom vlaknu postoji mesto, neposredno pre mesta susreta sa mišićnim vlaknom gde se ovaj izolacioni sloj završava i postoji praznina pogodna za stimulaciju nervnog vlakna električnim impulsima iz spoljašnje sredine. Takođe nervno-mišićna sinapsa nalazi se na površini mišića, bliže koži, tako da električni impulsi ne moraju biti previše jaki. Nervno mišićna sinapsa prisutna je na celoj površini mišića, međutim, više je koncentrisana na mestu gde mišić dostiže maksimalni poprečni presek.

5.3. Struje

Da bi se dobio željeni efekat kontrakcije elektrostimulacijom, jačina struje će morati da postigne kompromis između dovoljno visokog intenziteta kako bi se generisala snažna kontrakcija i dovoljno ograničenog intenziteta kako bi se izbegla neželjena dejstva. Intenzitet struje mora biti dovoljno jak. Nadražaj mišićnog tkiva biće maksimalan kada struja naglo

promeni jačinu od nule do određene vrednosti, kao i kad je odjednom iz te vrednosti vrati na nulu.

Mišićna vlakna imaju sposobnost prilagođavanja, što znači da imaju tendenciju da se prilagode određenoj jačini struje. Ukoliko je porast jačine struje suviše postepen mišićno tkivo će se prilagoditi tome, a struja neće izazvati nikakvu kontrakciju. Zbog toga promena struje mora biti nagla.

Način na koji se može modulisati struja, kako bi zadovoljavala upravo navedene karakteristike, predstavljen je talasom pravougaonog oblika, za koji je porast intenziteta struje praktično trenutni, što ima sledeće prednosti: smanjen efekat polarizacije, smanjena adaptacija nervnog vlakna, dobro regrutovanje nervnih vlakana i niska jačina struje.

Da bi se nervno tkivo nadražilo potrebno je da bude dovoljan intenzitet struje kroz ciljano tkivo i potrebno je da bude odgovarajuće trajanje stimulusa.

5.3.2. Hronaksija i reobaza

Odnos između intenziteta struje i njenog trajanja odredio je Lapik. Kako se povećava trajanje, intenzitet struje neophodan da proizvede kontrakciju se smanjuje.

Još jedna karakteristika telesnog tkiva jeste akomodacija, što znači da se svako tkivo navikava na određeni stimulus i samim tim sledeći put zahteva jači podsticaj kako bi se pokrenula reakcija. Lapik je definisao dva parametra kao referentne tačke za karakterizaciju i upoređivanje efekata električnih stimulusa: reobazu i hronaksiju. Reobaza se definiše kao dugotrajni stimulus najmanjeg intenziteta neophodnog za ekscitaciju (akcioni potencijal). Reobazni intenzitet se postiže pri beskonačno dugom trajanju stimulusa. Hronaksija se definiše kao trajnje efikasnog stimulusa čiji je intenzitet jednak dvostrukoj reobazi. Ova vrednost je odličan kompromis u postizanju dobre kontrakcije u dovoljno kratkom vremenskom intervalu, bez dopuštanja prilike za akomodaciju i bez izazivanja neželjenih efekata elektromišićne stimulacije.

5.3.3. Odnos hronaksije kod različitih mišićnih grupa

Hronaksija je važan parametar za elektrostimulaciju, jer određuje trajanje svakog impulsa, a u zavisnosti od mišićne grupe trajanje svakog impulsa je drugačije. Generalno postoji šest različitih oblasti koje se stimulišu sa šest vrednosti hronaksije i stoga šest različitih trajanja impulsa. Prosečne vrednosti su sledeće:

- potkolenice 430 mikrosekundi,
- natkolenice 380 mikrosekundi,
- gornji deo trupa 330 mikrosekundi,
- donji deo trupa 280 mikrosekundi,
- podlaktice 230 mikrosekundi i
- -ndlaktice 200 mikrosekundi.

5.3.4. Karakteristike talasa primenjenih elektrostimulacijom

Moderne sprave za elektrostimulaciju koriste dvofazne, pravougaone, simetrične talasne forme, koji omogućuju dobru stimulaciju i zadržavaju dobru udobnost.

Dvofazna struja prvo pomera jone u jednom smeru, a zatim u suprotnom sledećim impulsom. Protok struje u suprotnom smeru će isto nadražiti tkivo kao i prvi impuls, ali će u isto vreme i minimizovati ukupno pomeranje jona čime se izbegavaju hemijske opekotine i druge iritacije. Telesna tkiva imaju tendenciju da se prilagode na stimulaciju koja je postepena, što dovodi do podizanja praznog potencijala. Međutim, to se ne može desiti ukoliko je stimulus nagao, čime se postiže i veća udobnost za korisnika. Iznos hronaksije takođe mora da bude adekvatan. Oblik talasa koji najbolje ispunjava sve ove zahteve jeste pravougaoni oblik.

5.4. Mišićna vlakna i frekvencija stimulacije

5.4.1. Podela mišićnih vlakana

Poprečno-prugasti mišići izgrađeni su od mišićnih vlakana. Sva mišićna vlakna imaju zajedničku karakteristiku, a to je da se mogu kontrahovati pod uticajem volje. Mišićna vlakna

imaju i različite karakteristike u zavisnosti od tipa vlakna a to je ono što je nama kod elektromišićne stimulacije izrazito bitno. Mišićna vlakna se mogu podeliti na:

- crvena mišićna vlakna, ili vlakna sporog trzaja tipa “I“,
- bela mišićna vlakna ili vlakna brzog trzaja tipa “II“, koja se daje mogu podeliti na:
 - brza oksidativna glikolitička vlakna tipa “IIa“ i
 - brza glikolitička vlakna tipa “IIx“ ili po pojedinim autorima “IIb“.

5.4.2. Glavne karakteristike različitih tipova mišićnih vlakana

U daljem tekstu biće navedene glavne funkcionalne karakteristike sva tri tipa mišićnih vlakana. To je jako bitno zbog određivanja cilja treninga tj. u zavisnosti od cilja ćemo znati koja vlakna treba stimulisati.

Crvena mišićna vlakna sporog trzaja tipa “I“: ova vlakna imaju sporo vreme kontrakcije i malu veličinu motoneurona. Njima najviše pogoduje aerobna aktivnost jer mogu biti aktivna satima usled velikog oksidativnog kapaciteta, velike otpornosti na umor, velike kapilarne i mitohondrijske gustine. Nasuprot tome ona imaju mali glikolitički kapacitet i malo generisanje sile.

Bela mišićna vlakna brzog trzaja tipa “IIa“: ova vlakna imaju prelazne karakteristike između sporih tipa “I“ i brzih tipa “IIx“. Imaju brzo vreme kontrakcije i srednju veličinu motoneurona. Njima pogoduju dugotrajne anaerobne aktivnosti reda veličine atletske discipline trčanje na 800 metara, zbog ne tako velikog oksidativnog kapaciteta, ne tako velike otpornosti na umor, ne tako velike kapilarne i mitohondrijske gustine. Glikolitički kapacitet i generisanje sile im je opet veći od sporih vlakana tipa “I“ a manji od brzih vlakana tipa “IIx“.

Bela mišićna vlakna brzog trzaja tipa “IIx“: ova vlakna imaju veliku veličinu motoneurona. Njima pogoduju izrazito anaerobne aktivnosti zbog veoma brzog vremena kontrakcije, visokog glikolitičkog kapaciteta i velikog generisanja sile. Nasuprot tome ona imaju veoma malu aerobnu moć zbog malog oksidativnog kapaciteta, niske otpornosti na umor, male kapilarne i mitohondrijske gustine.

5.4.3. Trzaj i tetanija

Kako bi se razumela kontrakcija nastala elektromišićnom stimulacijom važno je praviti razliku između mišićnog trzaja i tetanije. Kada pustimo jedan strujni talas mišić se kontrahuje za kratko vreme: ovo se naziva trzaj, razvijena sila nije jaka i traje kratko vreme, Posle njega mišić postaje neosetljiv na stimulaciju (prilagođava se) i opušta. Međutim ako pustimo nekoliko strujnih signala u kratkom vremenskom periodu, svaki trzaj se oslanja na vrh prethodnog trzaja, a jačina kontrakcije raste i do najjače: ovo se zove tetanija, ili tetanusna kontrakcija i ona se nalazi u osnovi elektromišićne stimulacije.

Učestalost na kojoj se strujni talasi počinju slagati jedni na druge i formirati tetaniju zavisi od karakteristika mišićnih vlakana koje su ranije objašnjene. Na primer, vlakna sporog trzaja se kontrahuju sporije nego vlakna brzog trzaja, njihov vrh sile postiže se kasnije nego kod vlakana brzog trzaja kako bi se postigla tetanusna kontrakcija. Za postizanje snažne kontrakcije kod različitih tipova mišićnih vlakana potrebno je primeniti različite frekvencije elektromišićne stimulacije, u zavisnosti od toga kod koje vrste mišićnih vlakana želimo da je ostvarimo i koji su željeni trenažni efekti.

5.4.4. Stimulaciona frekvencija

Veoma je važno pravilno izabrati stimulacionu frekvenciju zato što različite vrste mišićnih vlakana reaguju različito na različite stimulacione frekvencije. Određene frekvencije će stimulisati potpunije određene tipove mišićnih vlakana.

U svakom mišiću varira udeo svake vrste mišićnih vlakana tipa “I“, “IIa“ i “IIx“, u zavisnosti od funkcije mišića (mišići koji se koriste u svakodnevnim aktivnostima, koji učestvuju u uspravnom držanju tela ili hodu i mišići kojima je potreban veći nivo izdržljivosti, sadrže veći procenat mišićnih vlakana tipa “I“, dok je kod mišića koji se ređe koriste u svakodnevnim aktivnostima i učestvuju u brzim i eksplozivnim pokretima, veći procenat mišićnih vlakana tipa “IIa“ i “IIx“).

Upotreba određene stimulacione frekvencije podesiće mišićna vlakna jednog tipa da se prilagode i rade slično mišićnim vlaknima drugog tipa koji rade dobro na toj frekvenci. Zbog toga se stimulaciona frekvencija mora podesiti tako da tačno odgovara vrsti treninga koji želimo da

primenimo. Meri se u hercima (Hz), koji označavaju broj stimulacionih impulsa upućenih mišiću u jednoj sekundi. Frekvencioni opsezi se po svom uticaju na mišićna vlakna mogu podeliti u nekoliko grupa:

- 1 Hz do 15 Hz,
- 16 Hz do 20 Hz,
- 21 Hz do 50 Hz,
- 51 Hz do 90 Hz i
- 91 Hz do 120 Hz.

Stimulacija između 1 Hz i 15 Hz – na ovim niskim frekvencijama ne postoji prava kontrakcija već samo niz trzaja. Sila razvijena od strane pojedinačnog mišićnog vlakna u pojedinačnom trzaju je mala, odprilike 1/3 onoga što bi moglo biti razvijeno punom kontrakcijom od strane istog vlakna. Stimulacija između 16 Hz i 20 Hz – kako se frekvencija povećava trzaji počinju da se prklapaju još potpunije, tako da u okviru ovog opsega oni postaju jedna snažna kontrakcija, tetanusna kontrakcija. Jači vežbači će postizati tetanusnu kontrakciju na nešto višoj frekvenciji od slabijih. Stimulacija između 21 Hz i 50 Hz – izaziva punu kontrakciju sporih vlakana tipa “I” tako da njih i trenira. Ovim odabirom moguće je poboljšati otpornost na zamor, tj izdržljivost ovih vlakana. Stimulacija između 51 Hz i 90 Hz - moguće je raditi na vlaknima brzog trzaja “IIa”. Ovaj trening će poboljšati snagu i umereno pospešiti otpornost na zamor. Stimulacija između 91 Hz i 120 Hz – najpogodnije je raditi na vlaknima “IIx”. Biće trenirane sposobnosti snage i brzine.

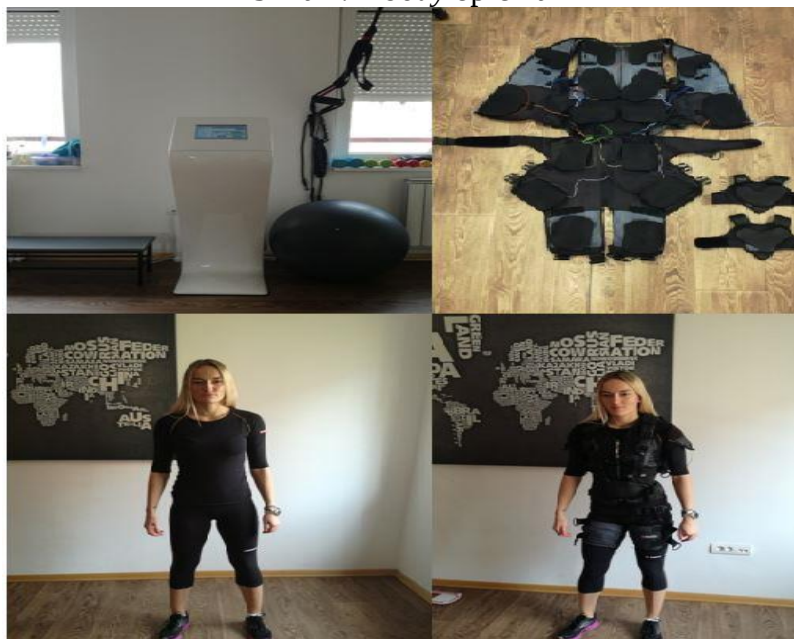
6. Primena elektromišićne stimulacije kao specifične metode u funkcionalnom treningu na telesnu kompoziciju

6.1 Elektrostimulaciona sprava koja se koristi u funkcionalnom treningu – *X body*

X body je oprema koja koristi metod elektrostimulacije. Ona je jedna od najzastupljenijih na tržištu i do sada se pokazala kao jedna od najboljih. Pripada grupi stimulatora koji stimulišu mišić indirektno, preko motornog nervnog vlakna. Ova oprema istovremeno može stimulirati celo telo, koristeći specijalno odelo opremljeno elektrodama. Dizajnirana je za povećanje opšte fizičke pripreme, povećanje mišićne snage i izdržljivosti, i prevenciju gojaznosti, povećavajući broj potrošenih kalorija treningom. *X body* oprema u celosti sa svim rekvizitima sadrži:

- glavnu mašinu na kojoj se nalazi ekran sa postoljem,
- odela sa elektrodama (veličina XS, S, M, L),
- aktivan veš (veličina XS, S, M, L),
- dodatne elektrode,
- stalak za odela,
- bocu za vodu i
- bocu za dezinfikaciono sredstvo

Slika 1. *X body* oprema



Izvor: Autor

X body oprema ima sledeću namenu:

- poboljšanje opšte fizičke spremnosti,
- poboljšanje motoričkih sposobnosti,
- poboljšanje cirkulatornog sistema,
- opuštanje mišića i
- sprečavanje slabljenja mišića

Postoje, međutim i kontraindikacije *X body* opreme, pa shodno tome ne smeju je koristiti:

- trudnice,
- epileptičari,
- nedavno operisani (manje od 6 meseci),
- ukoliko je doživljena trauma (pre manje od 6 meseci)
- korisnici pejsmejкера,
- srčani bolesnici,
- hemofiličari,
- oni koji boluju od raka,
- pacijenti sa hernijom,
- ljudi sa trombozom.
- osobe sa hroničnim infekcijama,
- oni koji redovno konzumiraju alkohol i narkotike.

6.1.1. Principi korišćenja *X body* opreme

Za korišćenje *X body* opreme i izvođenje funkcionalnog treninga sa njom, neophodna je stručnost trenera. Trener mora proći obuku i upoznati se sa svim specifičnostima elektromišićne stimulacije, efektima, posledicama i pravilnim načinom njene upotrebe, ne bi li bio u stanju da bezbedno i profesionalno sprovodi trenažni proces. Trener bez izuzetka mora biti prisutan tokom celog treninga i upravljati njime. On mora biti upoznat o potencijalnim neželjenim situacijama, ne bi li adekvatno odreagovao u slučaju da do neželjene situacije dođe. Takođe trener mora objasniti klijentu sve što je neophodno za uspešno i bezbedno izvođenje funkcionalnog trninga sa elektromišićnom stimulacijom. Od toga kako treba da se ponaša pre i posle treninga u smislu ishrane i oporavka do izvođenja vežbi i načina disanja na samom treningu. Vežbač ne sme sam koristiti urđaj i upravljati njime, jer time direktno može ugroziti svoju bezbednost.

6.1.2. Trenažni programi

U meniju postoji pet programa na *X body* spravi za koje se možemo odlučiti. U funkcionalnom treningu sa elektromišićnom stimulacijom koriste se četiri programa:

- *manual settings* (Ručno podešavanje)
- *strength-muscle builder* (Snaga mišića program)
- *cardiovascular* (Kardiovaskularni program)
- *relax* (Relaksacija program)

Slika 2. Meni sa izborom programa



Izvor: Autor

Slika 3. Ručno podešavanje programa

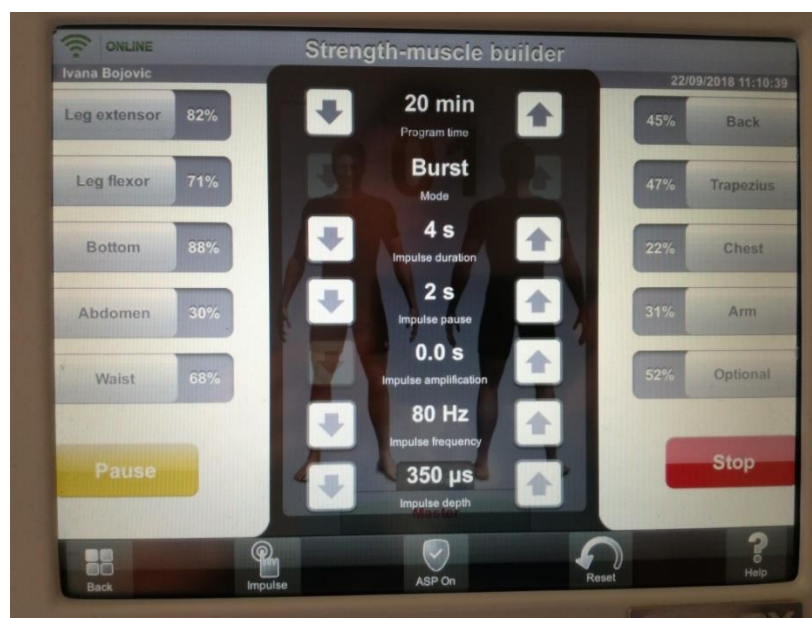


Izvor: Autor

Na slici 3 prikazano je ručno podešavanje 10 nezavisnih kanala i master kanal koji se nalaze u svakom programu. Tih 10 nezavisnih kanala predstavljaju 10 mišićnih grupa: *leg extensor* (prednja loža), *leg flexor* (zadnja loža), *bottom* (zadnjica), *abdomen* (prednja trbušna muskulatura), *waist* (lumbalni deo leđa), *back* (središnji deo leđa), *trapezius* (gornji deo leđa), *chest* (grudi), *arm* (ramena), *optional* (dodatne elektrode koje se mogu postavljati na ruke, listove i unutrašnji deo butine). Svaka mišićna grupa tj. kanal se može nezavisno podešavati. Master kanal je glavni kanal, on kontroliše promenu intenziteta svih ostalih kanala. Kada je na master kanalu vrednost 0 to znači da ni jedan drugi kanal neće raditi. Tek kad se uključi master kanal tad počinje aplikovanje vrednosti i sa drugih kanala. Što se više pojačava ili smanjuje intenzitet na master kanalu, to se u zavisnosti od unete vrednosti u nezavisnom kanalu (npr. chest) pojačava ili smanjuje opšti intenzitet (Hz). Dodatno podešavanje parametara moguće je u svakom programu, pritiskom na dugme Impuls na dnu ekrana. Parametri koji se podešavaju su:

- *Program time* (trajanje programa) – predstavlja vreme trajanja programa u minutima. Kada vreme istekne stimulacija se zaustavlja i završava se deo treninga ili ceo trening. Može se podesiti između 3-45 minuta.
- *Mode* (modalitet ili način) – ovaj parametar se ne može menjati.
- *Impulse duration* (trajanje impulsa) – ovaj parametar određuje dužinu trajanja impulsa. Može se podesiti između 1-6 sekundi.
- *Impulse pause* (pauza impulsa) – ovaj parametar određuje dužinu pauze bez električnih impulsa između dva intervala impulsa. Može trajati između 0-10 sekundi.
- *Impulse amplification* (pojačvanje impulsa) – ovaj parametar određuje stvaranje prvih impulsa za vežbača, tako da se vrednosti zadatog intenziteta dostignu glatko (mekano). Ciljani intenzitet stimulacije se postiže brojem sekundi. Može se podesiti između 0,0-1,0 sekunde.
- *Impulse frequency* (frekvencija impulsa) – ovaj parametar određuje frekvenciju stimulacione struje u hercima Hz (broj impulsa / sekund). Može se podesiti između 1-100Hz. Osigurana frekvencija stimulacije na elektrodama je u pragu 5% od podešene vrednosti.
- *Impulse depth* (dubina impulsa) – ovaj parametar određuje fizičku dužinu između jednog impulsa u mikrosekundama. Može se podesiti između 50-400 mikrosekundi.

Slika 4. Dodatno podešavanje parametara



Izvor: Autor

Program “*Manual setting*” (Ručno podešavanje program) – ovaj program nam pruža najveću slobodu u programiranju trenažnih parametara. U ovom programu svi parametri stimulacije se mogu prilagoditi omogućavajući klijentu personalizovanu sesiju koja nudi maksimalnu efikasnost. Kontinuirani impuls sa frekvencijom iznad 10Hz je dozvoljen samo na sopstvenu odgovornost vežbača zbog bezbedonosnih razloga. Program “*Strength muscle builder*” (Snaga mišića program) – ovaj program je podešen za treninge izgradnje mišića. Ovakav program će kombinovati stimulaciju i odmor koristeći visoke stimulacione frekvencije. Program “*Cardiovascular*” (Kardiovaskularni program) – ovaj program je namenjen za povećanje kardiovaskularne izdržljivosti i gubitka telesne težine. On koristi niske frekvencije u kontinuiranoj stimulaciji. Program “*Relax*” (Relaksacija program) – ovaj program je namenjen opuštanju i početku oporavka. U ovom programu se kombinuju u intervalima od jedne sekunde periodi stimulacije i odmora. Koriste se visoke stimulacione frekvencije sa impulsima niske dubine.

6.2 Funkcionalni trening sa elektromišićnom stimulacijom

Trening se sastoji iz tri dela: zagrevanje, glavni deo treninga i masaža sa rastezanjem. Ukupno trajanje treninga je 35 minuta, od toga zagrevanje traje 5 minuta, glavni deo 20 minuta i masaža sa rastezanjem 10 minuta. Pre početka treninga vežbač se presvuče u aktivni veš, koji pomaže boljem održavanju vlažnosti kože i sprovođenju impulsa. Nakon toga trener ga naprska vodom na mestima gde će doći do kontakta sa elektrodama (vlaženje aktivnog veša je obavezno jer voda ima ulogu strujnog provodnika koji provodi impulse sa elektroda do kože tj. mišića) i pomaže klijentu da obuče odelo. Trener vrši zatezanje kaiševa odela ne bi li ga podesio prema telesnoj konstituciji klijenta, kao i kačenje kabla za povezivanje odela i *X body* sprave. Nakon ovoga trening može da počne.

6.2.1. Zagrevanje

Na početku treninga radi se zagrevanje koje traje 5 minuta. Za zagrevanje koristi se „Kardiovaskularni program” što znači da je stimulacija kontinuirana, male frekvencije, čime se prvenstveno kontrahuju vlakna sporog trzaja sa ciljem povećavanja protoka krvi kroz mišiće. Izvode se vežbe oblikovanja u mestu i kretanju sa ciljem povećanjem telesne temperature. Poznato je da se prilikom povećanja telesne temperature enzimski procesi u mišićnim ćelijama ubrzavaju, oksidativni enzimi imaju najveću efikasnost, a prokrvljenost tkiva je višestruko povećana zbog dilatacije kapilarne mreže izazvane povećanjem temperature tkiva. Takođe dokazano je da povećanje temperature mišića za 2 stepena dovodi do povećanja snage kontrakcije za 12% a relaksacije za 22%.

6.2.2. Glavni deo treninga

Nakon zagrevanja i podignute telesne temperature sledi glavni deo treninga koji traje 20 minuta. U zavisnosti od cilja treninga može se koristiti jedan od sledećih programa: ”Ručno podešavanje”, ”Snaga mišića”, ”Kardiovaskularni” ili ”Relaksacija”. Svi principi treninga i vežbe koje važe za trening bez elektromišićne stimulacije, važe i za trening sa njom. Jedna od specifičnosti ovog načina rada je konstantno angažovanje mišića. Čak i kada želimo da određenom vežbom izolujemo određen mišić i pokret izvedemo samo u jednom zglobu, elektromišićna stimulacija će aktivirati ostale grupe mišića i na taj način aktivirati celo telo. Na

ovaj način povećaće se kalorijska potrošnja a samim tim pospešiti redukcija telesne mase što je odlično za postizanje tog cilja. Ako pak vežbač ima neki drug cilj, izborom programa i moduliranjem parametara ga može i postići. Bitno je da se ovaj deo treninga izvodi u skladu sa vežbačevim mogućnostima, potrebama i ciljevima kako ne bi došlo do pretreniranosti i povređivanja, a kako bi došlo do uspeha. U ovom delu treninga izvode se vežbe koje se i inače izvode u funkcionalnom treningu.

Slika 5. Prikaz izvođenja vežbi u funkcionalnom treningu sa elektromišićnom stimulacijom



Izvor: Autor

Slika 6. Prikaz izvođenja vežbi u funkcionalnom treningu sa elektromišićnom stimulacijom



Izvor: Autor

6.2.3. Masaža sa rastezanjem

Nakon završenog glavnog dela treninga sledi završni deo treninga za koji se koristi program "Relaksacija". Ovaj deo traje 10 minuta i u njemu se praktikuje rastezanje sa opuštanjem mišića.

Po završetku treninga trener pomaže vežbaču da skine odelo. Nakon toga odlaže odelo na stalak i dezinfikuje ga dezinfekcionom tečnošću.

6.3. Uticaj elektromišićne stimulacije na telesnu kompoziciju

Na osnovu dosadašnjih istraživanja može se zaključiti da se primenom elektromišićne stimulacije može uticati na telesnu kompoziciju na razne načine i da ovakav način rada može dati željene rezultate.

U istraživanju koje su radili Đurić i saradnici sproveden je eksperimentalni metod sa inicijalnim i finalnim merenjem. Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 30 ispitanika uzrasne dobi 35-45 godina oba pola. Ispitanici su bili podvrgnuti trenažnom procesu koji je trajao 5 nedelja. U okviru petonedelnog trenažnog procesa **ispitanici su imali funkcionalne treninge sa elektromišićnom stimulacijom** tri puta nedeljno. Svaki pojedinačni trening trajao je 35 minuta. Trening je obuhvatao: pet minuta zagrevanja koje se sastojalo od vežbi oblikovanja koje su izvođene u kretanju i mestu, 20 minuta glavni deo treninga koji se sastojao iz vežbi snage koje su kombinovane sa komponentom ravnoteže i pokretljivosti (npr. čučanj na bosu lopti) i završnog dela treninga koji je trajao 10 minuta a činila ga je masaža sa rastezanjem. Trajanje treninga uslovljeno je specifičnošću metodom vežbanja.

Za potrebe istraživanja osmišljeni su testovi sedam antropometrijskih mera (obimi nadlaktica, obim grudi, struka, kukova, obimi natkolenica) i sedam testova procene bazično motoričko funkcionalnih sposobnosti (pokretljivost, snaga, ravnoteža). Za izračunavanje antropometrijskih mera korišćena je centimetarska pantljika, a rekviziti korišćeni za izračunavanje bazično motoričkih funkcionalnih sposobnosti su: lenjir, uglomer i štoperica.

Tabela 1. Deskriptivni parametri antropometrijskih varijabli ispitanika

Obimi	NPO(cm)	NSO(cm)	PV PO(cm)	PV SO(cm)
Grudi	2	5	0.5	2.82
Desna nadlaktica	1.5	4	0.5	1.68
Leva nadlaktica	1	4	0.41	1.75
Struk	0	9	0	4.08
Kukovi	2.5	7.5	0.58	3.42
Desna nadkolenica	5	7	2	2.21
Leva nakdolenica	5	6.5	2	2.16

Izvor: Đurić i sar.

Legenda tabele: NPO-Najveće povećanje obima individualno, NSO-najveće smanjenje obima individualno, PV PO-prosečna vrednost povećanja obima na nivou grupe, PV SO-prosečna vrednost smanjenja obima na nivou grupe. Rezultati su izraženi u centimetrima (cm).

U prethodnoj tabeli prikazani su rezultati deskriptivnih statističkih parametara za antropometrijske varijable ispitanika. Svaka od antropometrijskih varijabli podrazumeva razliku između inicijalnog i finalnog merenja, tj. promenu rezultata između prvobitnog i završnog merenja, npr. rezultat na prvobitnom merenju je bio 30 a na završnom 25, što znači da će rezultat koji se unosi u ćeliju biti 5, dok kolone za prosečene vrednosti označavaju isti princip samo što su u kalkulaciju uzeti rezultati svih 35 ispitanika ne bi li se dobili proseci smanjenja i povećanja obima. Istraživanje je pokazalo da su najveće promene uočene u obimima struka (9 cm), kukova (7.5 cm) i nadkolenicama (7 cm), dok promene obima u ostalim varijablama nisu značajnije menjane. Zapažamo da su ispitanici najviše gubili centimetara u obimima struka (9 cm) i kukova (7.5 cm), dok je najveće povećanje obima karakteristično za nadkolenice (5 cm).

Iz ovog istraživanja zapažamo da je funkcionalni trening sa elektromišićnom stimulacijom uticao na promenu telesne kompozicije ispitanika. Iz prikazanih rezultata možemo zaključiti da su ispitanici najviše gubili centimetara u obimima struka i kukova što direktno korelira sa gubljenjem masnog tkiva i njegovog procentualnog smanjenja na nivou organizma. U mnogim studijama se ističe da je abdominalno gomilanje masnih naslaga uzrok mnogih bolesti. Naime zaključuje se da je veliki obim struka i odnos cirkularnih mera struka i kukova u pozitivnoj korelaciji sa nastankom infarkta miokarda, angine pektoris, dijabetesa i šloga. Ovo nam govori da je funkcionalni trening sa elektromišićnom stimulacijom dobar način za redukciju telesne mase tj. očuvanje zdravlja i prevencije bolesti. Znajući da je gojaznost populacije sve veći problem, ovim istraživanjem je dodat još jedan način na koji se možemo boriti protiv nje. Što se tiče mišićne mase, na osnovu prikazanih rezultata možemo zaključiti da ni tu rezultati nisu zanemarljivi. Primećano je povećanje obima na nadkolenicama što direktno korelira sa mišićnom hipertrofijom m.quadriceps-a. U ovom istraživanju takođe saznajemo da ovom metodom treninga možemo poboljšati fizičke sposobnosti kao što su snaga i ravnoteža.

Ostala istraživanja koja su rađena na ovu temu kažu da se elektromišićnom stimulacijom može uticati ne samo na promenu telesne kompozicije u smislu uvećanja mišićnog i smanjenja masnog tkiva, već se ovom metodom može povećati i snaga mišića tretiranih elektromišićnom

stimulacijom. Dokazano je da su nervne i mišićne komponente sile i snage uspešno povećavane čak i kod eltnih sportista koji su bili na vrhuncu svojih karijera. Takođe se dolazilo do rezultata da nakon 6 nedelja primene elektromišićne stimulacije dolazi do prilagođavanja tela ovakvom načinu rada što rezultira zastojom u napretku. Mnogi naglašavaju da se istraživanja moraju sprovoditi i dalje, ne bi li se utvrdilo zašto dolazi do zastoja u napretku i na koje još načine možemo koristiti elektromišićnu stimulaciju, ne bi li unapredili svoje motoričke sposobnosti i fizičke karakteristike.

7. Zaključak

Korišćenje elektromišićne stimulacije u funkcionalnom treningu je sve učestalije u svetu fitnesa. Sve je više fitnes centara i sportskih klubova koji koriste elektromišićnu stimulaciju. Razlozi za to su kratko trajanje treninga i uspeh u ostvarivanju zadatah ciljeva, kao što su redukcija telesne mase, mišićna hipertrofija, povećanje snage ili poboljšanje opšte fizičke pripremljenosti. Danas kad je vreme kao jedan od neobnovljivih resursa većini ljudi problem, kratko trajanje vremena treninga jedan je od glavnih razloga popularnosti ovog načina rada.

Iako je prethodno, vreme trajanja treninga predstavljeno kao prednost, ono može biti posmatrano i kao mana. Nekad nam 35 minuta koliko traje trening nije dovoljno da uradimo sve što smo hteli. Takođe mana ovakvog načina rada je ponekad (ne uvek, zavisi od pokreta) onemogućena puna amplituda pokreta u određenom zglobu, zbog odela koje ograničava pun opseg pokreta.

Na kraju se može zaključiti da se elektromišićnom stimulacijom kao specifičnom metodom u funkcionalnom treningu može uticati na telesnu kompoziciju i to u zavisnosti od cilja vežbača. Moguće je i redukovati telesnu masu u smislu gubljenja masnog tkiva i dobijanje mišićne mase u smislu mišićne hipertrofije. Pored ovoga ovim metodom rada možemo uticati na motoričke sposobnosti u smislu poboljšanje snage, sile i ravnoteže dok kod pokretljivosti zbog specifičnosti samog izvođenja treninga ovu sposobnost nije moguće poboljšati.

Literatura

1. Bhatt, D. (1990). Rhabdomyolysis due to pulsed electric fields. *Plastic reconstruction surgery journal*, 86(1).
2. Bošković, M. (1989). *Anatomija čoveka: deskriptivna i funkcionalna*. Medicinska knjiga: Beograd.
3. Clayton, E. B., Palastanga, N. (1985). *Clayton's electrotherapy: theory and practice*. University of Michigan: Bailliere Tindall.
4. Department of Physical Therapy, University of Wisconsin—La Crosse, La Crosse, Wisconsin 54601.
5. Drinkwater, D.T., Martin , A.D., Ross, W.D., & Clarys, J.P. (1986). Validation by cavader dissection of Mateigka's equation for the antropometric estimation of anatomical body composition in adult humans. *The 1984 Olympic Stienicif Congress Proceeding-Perspectives in Kinantropometry*.
6. Đurić M., Džufić P., & Ševrt S. (2017). Telesna transformacija i uticaj na fizičke sposobnosti usled korišćenja elektromišićne stimulacije u funkcionalnom treningu. *Međunarodna naučna konferencija*.
7. Filipovic, A., Kleionder, H., Dormann, U., & Mester, J. (2011). Electromyostimulation – a systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11).
8. Foran B. (2010). *Vrhunski kondicioni trening*. Data status: Beograd.
9. Gayton, A.C., & Hall, J.E.(1999). *Medicinska fitiologija, IX izdanje*. Savremena administracija: Beograd.
10. Gondin, J., Guede, M., Ballay, Y., & Martin, A. (2005). Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(8).
11. Heimisfield, S.B., Waiki, M., Kehayias, J i sar.(1991). Chemical and elemental analysis of humans in vivo using improved body composition models. *American journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism*, 26(2).
12. Ilić, N. (2010). *Fiziologija fizičke aktivnosti*. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja: Beograd.

13. Karatzanos, E., Gerovasili, V., Zervakis, D., Tripodaki, E.S., Apostolou, K., Vasileiadis, I., Papadopoulos, E., Mitsiou, G., Tsimpouki, D., Routsis, C., & Nanas, S. (2012). Electrical muscle stimulation: an effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients. *Critical Care Research and Practice*,
14. Maffiuletti, N. A., Minetto, M. A., Farina, D., & Bottinelli, R. (2011). Electrical stimulation for neuromuscular testing and training: state-of-the art and unresolved issues. *European Journal of Applied Physiology*.
15. Ostojić, S.M. (2005). *Savremeni trendovi u analizi telesne strukture sportista*. Zavod za medicine sporta, Sportska Akademija: Beograd.
16. Porcari, J.P., McLean, K.P., Foster, C., Kernozek, T., Crenshaw, B., & Swenson, C. (2002). Effects of electrical muscle stimulation on body composition, muscle strength, and physical appearance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2).
17. Rančić, G., Anđelković, Z., Somer, L.J., Avramović, V., Milosavljević, Z., Tanasković, L., Matavulj, M., Perović, M., Nikolić, I., Lalošević, D., Milenkova, L.J., Danilović, V., & Petrović, A. (2009). *Histologija*, Impressum: Niš.
18. Sharma, P., Lehri, A. & Verma, S.K. (2011). Effect of electrical muscle stimulation on reducing fat from the body. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 7(1).
19. Siri, W.E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods.
20. Stojiljković, S. i sar. (2012). *Personalni fitnes*. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja: Beograd.
21. Thurgood G., & Paternoster M. (2017). *Trening za jačanje mišića trupa*. Data status: Beograd.
22. Thyerry, P. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports medicine*. 38(2).
23. Ugarković, D. (2001). *Biologija razvoja čoveka sa osnovama sportske medicine*, Beograd.
24. Verstagen, M. (2005). *Core Performance: The Revolutionary workout program to transform your body and your life*.
25. Wang, Z.M., Pierson, R.N., & Heymsfield, S.B. (1992). The five level model: a new approach to organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56.
26. X body. (2016). User manual version: 1.7.

27. Zaciorski, V. M., & Kraemer, W. J. (2009). *Nauka i praksa u treningu snage*, drugo izdanje, Data status: Beograd.