

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Športna vzgoja

# **VADBA V FITNESSU ZA SLADKORNE BOLNIKE**

MAGISTRSKO DELO

ŽAN VRTOVEC

Ljubljana, 2016



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Športna vzgoja

## **VADBA V FITNESSU ZA SLADKORNE BOLNIKE**

MAGISTRSKO DELO

MENTORICA:

doc. dr. Maja Bučar Pajek

KONZULTANT:

doc. dr. Vedran Hadžić

RECENZENTKA:

prof. dr. Maja Pori

AVTOR:  
Žan Vrtovec

Ljubljana, 2016

## IZJAVA

S svojim podpisom zagotavljam, da je magistrsko delo z naslovom Vadba v fitnesu za sladkorne bolnike rezultat mojega samostojnega raziskovalnega dela, ter da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev citirana v sprotnih opombah in navedena v seznamu virov.

ŽAN VRTOVEC

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se družini, ki mi je omogočila študij in mi ves čas stala ob strani ter me spodbujala.*

*Zhavra gre tudi mentorici doc. dr. Maji Bučar Pajek in konzultantu doc. dr. Vedranu Hadžiću za njuno strokovno pomoč in zelo hitro odzivnost.*

**Ključne besede:** telesna aktivnost, vadba, sladkorna bolezen, ravnotežje, gibljivost

## VADBA V FITNESSU ZA SLADKORNE BOLNIKE

Žan Vrtovec

### IZVLEČEK

Redno telesna aktivnost predstavlja enega izmed dejavnikov zdravega življenjskega sloga, ki je pomemben pri preprečevanju nastanka kroničnih bolezni, med katere spada sladkorna bolezen. Ustrezno načrtovana vadba po eni strani služi kot nefarmakološko sredstvo zdravljenja sladkorne bolezni, po drugi strani pa lahko z njo izboljšamo gibalne sposobnosti. Glavni cilj magistrskega dela je bil ugotoviti vpliv 8-tedenskega programa vadbe v fitnessu na ravnotežje in gibljivost sladkornih bolnikov. V raziskavi je sodelovalo 12 sladkornih bolnikov, od tega 11 žensk in 1 moški. Njihova povprečna starost je bila 64,3 leta. Na testiranjih so vadeči izvajali štiri gibalne teste, in sicer: predklon sede, vstajanje s stola, Stork test in stisk dlani, s katerimi smo izmerili nekatere gibalne sposobnosti, kot so gibljivost, moč in ravnotežje. Preizkušance smo testirali trikrat; dvakrat pred začetkom vadbenega protokola tako, da so sami sebi predstavljali kontrolno skupino, in enkrat po vadbenem protokolu, da smo ugotavljali spremembe v gibalnih sposobnostih. Posamezna vadbeni enota je bila sestavljena iz ogrevanja, vadbe ravnotežja, ki je zajemala različne gibalne naloge v stoji, obhodne vadbe moči, ki je bila sestavljena iz funkcionalnih vaj, ter vadbe gibljivosti v zaključnem delu. Pri vadbi ravnotežja in moči so vadeči pri vsaki gibalni nalogi izbrali njim primerno težavnostno stopnjo. Preizkušanci so vadili 2-krat na teden 8 tednov. Pod vplivom programa vadbe so statistično značilno izboljšali rezultate pri vseh štirih gibalnih testih. Ravnotežje vadbene skupine se je izboljšalo za več kot 100 %, gibljivost vadbene skupine pa se je izboljšala za 25 %. 8-tedenski program vadbe, kjer nismo natančno določili vadbene količine in je omogočal prilagajanje posamezniku znotraj skupine, statistično značilno izboljšuje ravnotežje in gibljivost sladkornih bolnikov, kar kaže na dejstvo, da je vadba moči in gibljivosti pri sladkornih bolnikih zaželena ter priporočljiva.

**Key words:** physical activity, exercise, diabetes, balance, flexibility

## **FITNESS EXERCISE FOR DIABETES PATIENTS**

**Žan Vrtovec**

### **ABSTRACT**

Regular physical activity represents one of the healthy lifestyle factors and is important for preventing chronic diseases, among which is also diabetes. On one hand, a suitable exercise program serves as a non-pharmacological way for treating diabetes and, on the other hand, it can improve our motor skills. The main objective of this master's thesis was to find out the impact an eight-week long gym exercise program has on balance and flexibility of diabetics. Twelve diabetics, eleven females and one male, participated in the research. The average age was 64.3 years. The participants performed four test exercises: seated forward bend, standing up from a chair, Stork test and hand grip exercise, which were used to test some of their motor skills such as flexibility, strength and balance. The participants were tested three times; twice before the beginning of exercise protocol, so we could establish a control group, and once after the end of exercise protocol, so we could see the improvement of their motor skills. Individual exercise unit included warming up, balance exercises that included different motor skill activities while standing, circuit strength training that included functional training exercises, and flexibility exercises at the end. For every motor task the participants chose the level of difficulty for themselves when performing balance and strength exercises. They exercised twice per week for eight weeks. The participants improved their results, which were statistically significant, in all four test exercises due to the exercise program. Balance of the exercise group improved for more than 100 %, and their flexibility improved for 25 %. Eight-week long exercise program, which did not specifically determine the amount of exercise and was adjusted according to individual participants, had statistically significant improvements in balance and flexibility of diabetics, which means that strength and flexibility exercises are welcomed and recommended for diabetics.

## KAZALO

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 9  |
| 1.1. SLADKORNA BOLEZEN .....                                      | 11 |
| 1.1.1. PRESNOVA.....  | 11 |
| 1.1.2. OPREDELITEV SLADKORNE BOLEZNI .....                        | 12 |
| 1.1.3. SLADKORNA BOLEZEN TIPA 1 .....                             | 13 |
| 1.1.4. SLADKORNA BOLEZEN TIPA 2 .....                             | 13 |
| 1.1.5. ZAPLETI SLADKORNE BOLEZNI .....                            | 13 |
| 1.1.6. ZDRAVLJENJE SLADKORNE BOLEZNI .....                        | 15 |
| 1.2. GIBLJIVOST .....   | 16 |
| 1.2.1. GIBLJIVOST IN STAROST .....                                | 18 |
| 1.2.2. PROPRIOCEPTORJI IN MEHANIZMI MIŠIČNE AKTIVACIJE .....      | 18 |
| 1.2.3. VADBA GIBLJIVOSTI.....                                     | 19 |
| 1.3. RAVNOTEŽJE .....   | 23 |
| 1.3.1 RAVNOTEŽJE IN STAROST .....                                 | 24 |
| 1.3.2. VADBA RAVNOTEŽJA.....                                      | 25 |
| 1.4. TESTI GIBALNIH IN FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI ZA STAROSTNIKE.. | 27 |
| 1.5. SLADKORNA BOLEZEN IN TELESNA AKTIVNOST .....                 | 29 |
| 1.5.1. SB 1 IN TELESNA AKTIVNOST .....                            | 32 |
| 1.5.2. SB 2 IN TELESNA AKTIVNOST .....                            | 34 |
| 1.5.3. SLADKORNA BOLEZEN, RAVNOTEŽJE IN GIBLJIVOST.....           | 35 |
| 1.6. PROBLEM, CILJI IN HIPOTEZE .....                             | 36 |
| 2. METODE DELA.....   | 38 |
| 2.1. PREIZKUŠANCI .....   | 38 |
| 2.2. PRIPOMOČKI .....   | 38 |
| 2.3. POSTOPEK.....  | 42 |
| 2.3.1 VADBA.....  | 42 |
| 3. REZULTATI.....   | 46 |
| 3.1. OSNOVNI STATISTIČNI PARAMETRI PREIZKUŠANCEV .....            | 46 |
| 3.1. TELESNA MASA IN INDEKS TELESNE MASE .....                    | 46 |
| 3.2. KONTROLA GIBALNIH TESTOV PRED ZAČETKOV PROGRAMA VADBE ....   | 47 |
| 3.3. REZULTATI GIBALNIH TESTOV PO KONČANEM PROGRAMU VADBE.....    | 48 |
| 3.3.1. STISK DLANI DESNE ROKE.....                                | 49 |
| 3.3.2. STISK DLANI LEVE ROKE .....                                | 50 |
| 3.3.3. STORKOV TEST LEVA NOGA .....                               | 51 |
| 3.3.4. STORKOV TEST DESNA NOGA.....                               | 52 |



|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 3.3.5. PREDKLON SEDE.....       | 53 |
| 3.3.6. VSTAJANJE IZ STOLA ..... | 54 |
| 4. RAZPRAVA .....               | 55 |
| 5. SKLEP.....                   | 62 |
| 6. LITERATURA.....              | 64 |

## KAZALO SLIK

|  |                                   |    |
|--|-----------------------------------|----|
| <i>Slika 1.</i> Začetni položaj pri testu predklonu sede.....  | 39                                |    |
| <i>Slika 2.</i> Končni položaj pri testu predklon sede .....   | 39                                |    |
| <i>Slika 3.</i> Test stiska dlani  | <i>Slika 4.</i> Storkov test..... | 40 |
| <i>Slika 5.</i> Sed pri testu vstajanja s stola.....   | 40                                |    |
| <i>Slika 6.</i> Vzravnanu stoja pri testu vstajanja s stola.....   | 41                                |    |
| <i>Slika 7.</i> Primerjava rezultatov stiska dlani desne roke med prvim, drugim in tretjim testiranjem .....         | 49                                |    |
| <i>Slika 8.</i> Primerjava rezultatov stiska dlani desne roke med prvim, drugim in tretjim testiranjem .....         | 50                                |    |
| <i>Slika 9.</i> Primerjava rezultatov Storkovega testa za levo nogo med prvim, drugim in tretjim testiranjem .....   | 51                                |    |
| <i>Slika 10.</i> Primerjava rezultatov Storkovega testa za desno nogo med prvim, drugim in tretjim testiranjem ..... | 52                                |    |
| <i>Slika 11.</i> Primerjava rezultatov predklona sede med prvim, drugim in tretjim testiranjem.....                  | 53                                |    |
| <i>Slika 12.</i> Primerjava rezultatov vstajanje s stola med prvim, drugim in tretjim testiranjem ...                | 54                                |    |

## KAZALO TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Vrste inzulinskih pripravkov ( <i>Guyton Hornsby in Albright, 2009</i> )..... | 16 |
| Tabela 2. Test predklon sede ( <i>Modified Sit and Reach Test, 2016</i> ) .....         | 38 |
| Tabela 3. Test stiska dlani ( <i>Roberts idr., 2011</i> ).....                          | 39 |
| Tabela 4. Storkov test ( <i>Stork Balance Stand Test, 2015</i> ) .....                  | 40 |
| Tabela 5. Test vstajanja s stola ( <i>Test telesne pripravljenosti, 2015</i> ) .....    | 41 |
| Tabela 6. Težavnostne stopnje vaj ravnotežja.....                                       | 43 |
| Tabela 7. Vaje moči.....  | 44 |
| Tabela 8. Vrednosti telesne mase in indeksa telesne mase na 3 testiranjih.....          | 46 |
| Tabela 9. Razlike v rezultatih testov med 1. in 2. testiranjem .....                    | 47 |
| Tabela 10. Razlike v rezultatih testov med 2. in 3. testiranjem.....                    | 48 |
| Tabela 11. Analiza variance za ponovljene meritve vseh treh testiranj.....              | 48 |
| Tabela 12. Vrednosti stiska dlani desne roke na 3 testiranjih .....                     | 49 |
| Tabela 13. Vrednosti stiska dlani leve roke na 3 testiranjih.....                       | 50 |
| Tabela 14. Vrednosti Stork testa leve noge na 3 testiranjih.....                        | 51 |
| Tabela 15. Vrednosti Stork testa desne noge na 3 testiranjih .....                      | 52 |
| Tabela 16. Vrednosti predklona sede na 3 testiranjih.....                               | 53 |
| Tabela 17. Vrednosti vstajanja s stola na 3 testiranjih .....                           | 54 |

## 1. UVOD

V današnjem času živimo v potrošniški družbi, kjer je vse usmerjeno v pridobivanje materialnih dobrin. Življenje si lajšamo z različnimi napravami in s pripomočki, kar znižuje našo telesno aktivnost. Vse je usmerjeno v načine, kako z najmanj vloženega truda in energije opraviti delo, ki smo si ga zastavili. Poleg tega je preživljanje prostega časa vse manj aktivno. Vse bolj se predajamo tehnološkim razvadam, ki nam jih ponuja svet, in živimo tako imenovani sedeči način življenja. Poleg tega vedno več časa preživimo na delovnih mestih, svoj poslovni del življenja pa prinašamo tudi domov. Podvrženi smo visokemu tempu življenja in nevede živimo pod stresom. Omenjene življenjske navade oblikujejo naš slog življenja.

Vedno bolj se poudarja pomen zdravega življenjskega sloga, ki lahko prepreči marsikatero neželjeno zdravstveno stanje, navsezadnje pa omogoča kvalitetnejše življenje. Zdrav življenjski slog je izraz, ki po besedah Porijeve in drugih (2013) opisuje »processe oziroma dejavnosti, ki jih človek izvaja z namenom čim boljšega vsesplošnega počutja oziroma kvalitete življenja, ki izraža neko subjektivno zaznavanje lastnega zdravja ter življenjskega sloga.« Njegovo izoblikovanje je dolgotrajen proces, ki se mora začeti že v otroštvu. Retar (2015) ga označuje z vseživljenjskim učenjem, ki temelji na razvijanju in ohranjanju gibalnih, finančnih, zdravstvenih in prehranskih kompetenc. Sestavljen je iz večih komponent, ki se med sabo povezujejo, vplivajo druga na drugo in so v medsebojnem ravnovesju. Po navedbah Porijeve (2013) strokovnjaki ločijo med naslednjimi komponentami, in sicer:

- komponenta okolja;
- socialna komponenta;
- čustvena komponenta;
- duhovna komponenta;
- intelektualna komponenta;
- telesna komponenta;
- zaposlitvena komponenta.

Poleg tega, da zdrav življenjski slog vsebuje telesno komponento, že sam izvor izraza kaže na tesno povezanost s telesno aktivnostjo, saj izhaja iz angleške besede »wellness«, ki je sestavljena iz dveh delov: well being in fitness. Fitnes pa je »stanje pripravljenosti organizma oziroma sposobnost za opravljanje različnih del in nalog. Slednje povezujemo z gibalnimi sposobnostmi posameznika, z njegovimi funkcionalnimi sposobnostmi, z morfološkimi značilnostmi oziroma s psihofizičnimi sposobnostmi nasploh« (Berčič, 2007).

Nezdrav življenjski slog predstavlja enega izmed dejavnikov, ki povzročajo nastanek kroničnih bolezni. Le-te so opredeljene kot bolezni dolgega trajanja in počasnega napredovanja ter niso nalezljive. Mednje spadajo srčno-žilne bolezni, kronične bolezni dihal, rak in sladkorna bolezen. Po podatkih svetovne zdravstvene organizacije predstavljajo 63 % vseh smrti (10 facts on noncommunicable diseases, 2013). V Sloveniji so v letu 2013 srčno-žilne bolezni predstavljale 39 % vseh smrti, rak pa 31 % (Zdravstveni statistični letopis, 2016). Po podatkih iz registra za celotno populacijo ima v Sloveniji 32,6 % odraslih ljudi povišan krvni pritisk, 65,8 % povišan holesterol, 18,9 % povišano koncentracijo glukoze na tešče (> 6 mmol/l) (Fras, Maučec Zakotnik, Govc Eržen, Luznar in Leskošek, 2009). Po podatkih raziskave Dejavniki tveganja za nenalezljive bolezni pri odraslih prebivalcih Slovenije (2008) pa ima sladkorna bolezen 6,9 % odraslih.

Intenzivnost telesne aktivnosti lahko določamo na podlagi metaboličnega ekvivalenta (MET). MET predstavlja količino kisika, ki ga telo porabi v enoti časa na kilogram telesne teže. 1 MET predstavlja količino kisika, ki ga telo porabi v mirovanju, in znaša 3,5 ml/kg x min. Npr. aktivnost, katere intenzivnost znaša 10 MET, predstavlja desetkrat večjo količino porabe kisika, kot jo posameznik porabi v mirovanju (Baechel in Earle, 2008).

Po priporočilih svetovne zdravstvene organizacije (Global recommendations on physical activity for health, 2016) koristi za zdravje prinašajo zmerno intenzivne aktivnosti (angl. »moderate-intensity; 3–6 MET-ov), kot so hitra hoja, ples ipd., in visoko intenzivne aktivnosti (angl. »vigorous intensity«; > 6 MET-ov), kot so tek, intenzivno plavanje in kolesarjenje. Otroci, stari od 5 do 17 let, bi morali vsak dan izvajati 60 minut zmerno intenzivne do visoko intenzivne aktivnosti, odrasli med 18. in 64. letom 150 minut zmerno intenzivne ali 75 minut visoko intenzivne aktivnosti ali kombinacije obeh na teden, za starostnike nad 64 let pa veljajo enaka priporočila kot za odrasle, vendar, če zaradi gibalne nemobilnosti ali zdravstvenega stanja tega niso sposobni, naj aktivnost temu prilagodijo. Retar (2015) čas in intenzivnost zgoraj omenjenih priporočil za starejše namenja krepitvi vzdržljivosti. Poleg vadbe vzdržljivosti pa je pri njih potrebno dodati še vadbo moči. Le-ta mora potekati vsaj dvakrat tedensko, sama intenzivnost pa naj bo čim večja. Dodati je potrebno še vadbo koordinacije, ki bo izboljšala umske sposobnosti in vadbo ravnotežja.

Pravilno načrtovana telesna aktivnost nam bo torej prinesla koristi za zdravje. Pomagala nam bo pri ohranjanju telesne teže in preprečevala bo nastanek debelosti. Prav trebušna debelost predstavlja enega izmed vzrokov nastanka sladkorne bolezni tipa 2 in že samo z zmanjšanjem telesne teže lahko bistveno izboljšamo kontrolo krvnega sladkorja (Grubič, 2011). Poleg tega, da lahko s telesno aktivnostjo zmanjšamo tveganje za nastanek sladkorne bolezni tipa 2, pa ima le-ta pri bolnikih, ki že imajo sladkorno bolezen, tudi druge koristi: zmanjšanje tveganja za nastanek srčno-žilnih bolezni, zmanjšanje deleža telesne maščobe, povečanje inzulinske občutljivosti, izboljšana kontrola krvnega sladkorja (Guyton Hornsby in Albright, 2009). Z ustrezno določenimi vadbenimi količinami, kot so tip vadbe, vadbena količina, intenzivnost vadbe, pogostost vadbe (Ušaj, 2003), pa lahko po drugi strani z vadbo vplivamo na izboljšanje ali ohranjanje gibalnih sposobnosti. Pistotnik (2015) loči med šestimi gibalnimi sposobnostmi, in sicer moč, hitrost, gibljivost, koordinacija, ravnotežje ter natančnost, vzdržljivost pa umešča med funkcionalne sposobnosti.

Starejši ljudje imajo zaradi zmanjšane stopnje gibljivosti težave pri vsakodnevnih opravilih, kot so vezanje čevljev, pobiranje predmetov s tal, tuširanje. Velik problem pri starejših predstavljajo tudi padci, ki dodatno zaradi slabše gibljivosti predstavljajo še večje tveganje za nastanek poškodb. Med gibalnimi sposobnostmi je ravnotežje tisto, ki zagotavlja vzpostavljanje in ohranjanje stabilnega položaja v prostoru, s tem pa preprečuje padce. Hoja, kot naravna oblika gibanja starostnikom omogoča, da se vključujejo v širše socialno okolje, povečuje njihovo mobilnost in omogoča izvedbo vsakodnevnih opravil nasploh. Kvaliteta same hoje je poleg moči odvisna ravno od gibljivosti in ravnotežja. Ker ima 80 do 90 % bolnikov sladkorno bolezen tipa 2 in ker le-ti obolevajo v srednjih ter poznih letih (Grubič, 2011), smo se odločili, da v naši raziskavi izboljšamo gibljivost in ravnotežje ter s tem pripomoremo k izboljšanju kvalitete življenja starejših sladkornih bolnikov.

## 1.1. SLADKORNA BOLEZEN

### 1.1.1. PRESNOVA

Za vzdrževanje osnovnih življenjskih procesov je telesu potrebna energija. Viri energije so ogljikovi hidrati, maščobe in beljakovine. Aminokislina, zaužite s hrano, se v jetrih sintetizirajo v beljakovine, ki človeškemu organizmu služijo za tvorbo celičnih substanc, krvnih beljakovin, encimov in hormonov. Presežek aminokislin, ki jih telo ne potrebuje za izgradnjo lastnih beljakovin, oksidira v jetrih, razvejene aminokislina pa v perifernih tkivih. Maščobe, ki se v krvi nahajajo v obliki trigliceridov, predstavljajo vir energije za različne metabolične procese. Višek maščob, ki se ne porabijo kot vir energije za metabolične procese, se skladišči v maščobnem tkivu. Končni produkt presnove ogljikovih hidratov je krvni sladkor (glukoza). Del krvnega sladkorja se v jetrih skladišči v obliki glikogena. Del krvnega sladkorja pa se v perifernih tkivih skladišči kot mišični glikogen ali pa se porabi za trenutne energijske potrebe. Višek krvnega sladkorja se v jetrih pretvori v maščobne kisline, ki se skladiščijo v maščobnem tkivu. (Karpljuk idr., 2004; Ravnik Oblak, 2006).

V normalnih pogojih krvni sladkor predstavlja edini vir energije za nemoteno delovanje živčevja. Zato je glavna naloga presnovne homeostaze, da ohranja zadosten nivo koncentracije krvnega sladkorja (Grubič, 2011). Tako se po obroku hrane višek energije shrani v treh energijskih rezervoarjih: maščobne celice, jetrne celice in mišične celice. Jetrne in maščobne celice so tiste, ki nudijo energijo tudi ostalim celicam, mišične celice pa energijo iz svojih zalog uporabljajo zgolj za lastno delovanje (Lasan, 2004). V času med obroki telo nima na voljo zunanjega vira energije. Posledično organizem ne bi imel zadostne koncentracije krvnega sladkorja, vendar krvni sladkor pridobi iz glikogenskih zalog v jetrih in omogoči normalno delovanje živčevja. Omenjeni procesi polnjenja in praznjenja energijskih zalog potekajo pod vplivom hormonov.

Proces razpada glikogena na molekule glukoze, ki se imenuje glikogenoliza, podnevi aktivirajo glukagon, adrenalin, kortizol in tiroksin. Ponoči pa glikogenolizo podpira rastni hormon, ki je v tem času edini odgovoren za vzdrževanje zadostne ravni glukoze v krvi. Glukagon, adrenalin in kortizol podpirajo tudi proces nastanka glukoze iz glicerola, mlečne kisline in aminokislin, imenovan glukoneogeneza. (Lasan, 2002).

Hormon, katerega učinki so nasprotni učinkom zgoraj omenjenih hormonov in ki edini znižuje koncentracijo krvnega sladkorja, je inzulin. Proces nastajanja glikogena iz glukoze, za katerega je odgovoren inzulin, imenujemo glikogeneza. Inzulin izločajo beta celice v Langerhansovih otočjih. Celice, ki oblikujejo Langerhansove otočke, predstavljajo del trebušne slinavke z notranjim izločanjem, trebušna slinavka pa je po svoji funkciji tudi žleza z zunanjim izločanjem. (Lasan, 2002).

Lasanova (2002) navaja naslednje učinke inzulina:

- v skeletnih mišicah in srčni mišici olajša prehajanje glukoze skozi celično membrano in njeno oksidacijo. Pospešuje tudi glikogenezo (kopičenje glikogena);
- v jetrih aktivira glikogenezo in zavira glukoneogenezo ter glikogenolizo; je antagonist adrenalina in glukagonu;
- olajša prehajanje glukoze skozi celično membrano maščobnih celic in njeno transformacijo v maščobne kisline. Zavira lipolizo (razgradnjo trigliceridov); je antagonist adrenalina.

Oblak (2006) navaja naslednjo zanko delovanja:

- zvečana koncentracija glukoze v krvi  $\longrightarrow$  zvečana koncentracija inzulina v krvi
- zmanjšana koncentracija glukoze v krvi  $\longrightarrow$  zmanjšana koncentracija inzulina v krvi.

Poleg tega navaja še naslednji učinek inzulina: pospešuje nastanek in preprečuje razgradnjo beljakovin v mišicah.

Zanka delovanja, ki smo jo omenili zgoraj, je med telesnim naporom preglašena s centralnim simpatoadrenalnim mehanizmom, ki zmanjša aktivnost beta celic v Langerhansovih celicah. Tako se zmanjša količina oziroma učinek inzulina, ki bi zmanjševal koncentracijo glukoze v krvi. Med telesnim naporom prevlada lokalno uravnavanje količine porabljene glukoze v mišičnih celicah. Bolj kot je mišična celica aktivna, bolj bo njena membrana prepustna za glukozo. Z zmanjšanim učinkom inzulina je odstranjena tudi inhibicija lipolize v maščobnih celicah. Zato imajo mišice kot vir energije na razpolago več maščobnih kislin. Posledično pa se varujejo zaloge glukoze. (Lasan, 2004).

### 1.1.2. OPREDELITEV SLADKORNE BOLEZNI

Sladkorna bolezen (lat. »diabetes mellitus«) je opredeljena kot »skupina presnovnih motenj, ki se kažejo kot hiperglikemija.« Pri bolnikih govorimo o sladkorni bolezni, kadar je koncentracija glukoze v krvi preko 7,0 mmol/l, merjeno na tešče (vsaj 8 ur brez kaloričnega vnosa), oziroma kadarkoli je koncentracija glukoze v krvi višja od 11 mmol/l, pri tem pa so prisotni tudi drugi znaki: žeja, občutek suhih ust, poliurija, utrujenost, ki so posledica hiperglikemije ali pa se pojavljajo kronični zapleti sladkorne bolezni, ki jih bomo opisali v naslednjih poglavjih. (Grubič, 2011).

Za ugotavljanje sladkorne bolezni se poleg merjenja same koncentracije glukoze v krvi uporablja tudi oralni glukozni tolerančni test. Pri tem testu preiskovanec na tešče v petih minutah popije 75 g glukoze, raztopljene v približno 3 dcl vode. Če ima preizkušane dve uri po tem, ko je popil omenjeno količino glukoze, koncentracijo glukoze v krvi nad 11,1 mmol/l, ima diagnosticirano sladkorno bolezen. (Grubič, 2011).

Če ima preiskovanec na tešče koncentracijo glukoze v krvi 6,1–6,9 mmol/l, govorimo o mejni bazalni glikemiji. Kadar pa je koncentracija glukoze v krvi po opravljenem oralnem glukoznem tolerančnem testu med 7,8 in 11,0 mmol/l, govorimo o moteni toleranci za glukozo. Ti dve stanji označujemo kot prediabetes. (Grubič, 2011).

Danes stroka pozna in med sabo loči več različnih tipov sladkornih bolezni. Med njimi sta najpogostejša sladkorna bolezen tipa 1 in sladkorna bolezen tipa 2. Med nosečnostjo je znana nosečniška sladkorna bolezen, ki po porodu in končanem dojenju mine.

Do nastanka sladkorne bolezni lahko pride zaradi uničenja trebušne slinavke in posledično zmanjšanja izločanja inzulina. Oblak (2006) navaja naslednje vzroke za uničenje beta celic: kronično vnetje trebušne slinavke, karcinom in kirurška odstranitev. Guyton Hornsby in Albright (2009) omenjata tudi druge precej redke oblike sladkornih bolezni, do katerih pride zaradi naslednjih vzrokov: endokrinopatije, genetskih sindromov, reakcij na zdravila ali strupene kemikalije, bolezni eksokrinega dela trebušne slinavke, genetske okvare funkcije beta celic in učinkov inzulina.

### **1.1.3. SLADKORNA BOLEZEN TIPA 1**

Sladkorna bolezen tipa 1 (SB 1) velja za avtoimuno bolezen. Obolevajo običajno mladi ljudje. Njihova povprečna starost ob odkritju je med 10-im in 15-im letom (Grubič, 2011). Do razvoja bolezni pride zaradi tega, ker lastni imunski sistem uničuje beta celice. Z zmanjševanjem števila beta celic se zmanjšuje tudi količina proizvedenega inzulina. Tako s časom ni več na voljo zadostne količine inzulina, kar onemogoči pravilno kontrolo krvnega sladkorja, to pa privede do nastanka SB 1. Kot navaja Grubič (2011), se SB 1 pojavi takrat, ko je uničenih od 75 do 80 % beta celic. Za razvoj bolezni naj bi bila kriva dedna nagnjenost in kvarni dejavnik iz okolja, ki povzročita avtoimunsko uničenje beta celic. Kot možni kvarni dejavnik iz okolja omenja virusno okužbo trebušne slinavke. Dedna nagnjenost pa je manjša kot pri sladkorni bolezni tipa 2.

Kot smo omenili zgoraj pri bolnikih s SB 1, njihovo telo ne proizvaja inzulina. Zato so ti bolniki odvisni od terapije z eksogenim inzulinom. V nasprotnem primeru lahko nezdravljenje z eksogenim inzulinom privede do akutnega zapleta, imenovanega diabetična ketoacidoza. Kot opisuje Medvešek (1987), diabetična ketoacidoza predstavlja zakisanje krvi. Do tega pride zaradi tega, ker ob pomanjkanju ali neprisotnosti inzulina poteka pospešena razgradnja maščob, ki se v jetrih spremenijo v ketonske kisline. Ta zaplet lahko vodi v izgubo zavesti ali komo. V najhujših primerih pa lahko povzroči smrt.

### **1.1.4. SLADKORNA BOLEZEN TIPA 2**

S sladkorno boleznijo tipa 2 (SB 2) praviloma obolevajo ljudje v srednjih ali poznih letih. Bolniki so večinoma debeli in imajo v 80–90 % presnovni sindrom (Grubič, 2011). To pomeni, da imajo poleg hiperglikemije še hipertrigliceridemijo, zvišano razmerje LDL/HDL holesterola in hipertenzijo. Pri SB 2 je mehanizem nastanka drugačen kot pri SB 1. Grubič (2011) razvoj SB 2 opisuje na naslednji način. Glavno nalogo imata pri nastanku zmanjšana odzivnost na inzulin v tarčnih celicah (inzulinska rezistenca) in okvarjeno izločanje inzulina, pri čemer naj bi se slednje pojavilo za inzulinsko rezistenco. V začetku razvoja SB 2 se zaradi zmanjšane odzivnosti na inzulin pojavi povečano izločanje inzulina iz beta celic (hiperinzulinemija). V nadaljevanju inzulinska rezistenca in hiperinzulinemija naraščata. Po določenem času pridemo do točke, ko beta celice niso sposobne izločiti zadostne količine inzulina, ki bi uspel ob že visoki inzulinski rezistenci in ne zavrti glikogenolizi ter glukoneogenezi znižati koncentracijo glukoze v krvi. Posledično koncentracija glukoze v krvi doseže mejo, ki ustreza opredelitvi SB 2. V končni fazi pri SB 2 najdemo tudi propad beta celic.

### **1.1.5. ZAPLETI SLADKORNE BOLEZNI**

Zapleti sladkorne bolezni se delijo na akutne in kronične. V poglavju Sladkorna bolezen tipa 1 smo opisali enega izmed akutnih zapletov diabetično ketoacidozo. Kot smo omenili, lahko predstavlja življenjsko nevarno situacijo, saj lahko bolniki izgubijo zavest in padejo v komo. Pri diabetični ketoacidozi je poleg nastanka ketonskih kislin zaradi pomanjkanja inzulina prisotna tudi povišana koncentracija krvnega sladkorja – hiperglikemija. Kot navajajo Karpljuk idr. (2004), ni ogroženosti na zdravje, če so hiperglikemije občasne in ne trajajo dolgo časa. Pojavi pa se problem, kadar začne hiperglikemija naraščati. V tem primeru pa

okvarja male žile oči, ledvic, živcev in srca. Skupaj z diabetično ketoacidozo se lahko razvije v prej omenjeno »diabetično komo«.

Karpljuk idr. (2004) navajajo naslednje opozorilne znake hiperglikemije:

- močna žeja;
- pogostejše uriniranje;
- utrujenost, pomanjkanje apetita, slabo psihično počutje, brezvoljnost;
- izguba telesne teže, če hiperglikemija traja že dlje časa.

Kadar pa hiperglikemija narašča do nastanka ketoacidoze, Karpljuk idr. (2004) navajajo naslednje znake:

- slabost;
- potrtost;
- bolečine v zgornjem delu trebuha;
- suh jezik;
- moten vid;
- zadah po acetonu pri izdihavanju.

Drugi akutni zaplet sladkorne bolezni je prenizek krvni sladkor – hipoglikemija. Vzroki za nastanek hipoglikemije so različni. Običajno se pojavlja pri bolnikih, ki se zdravijo z inzulinsko terapijo. Do pretiranega znižanja krvnega sladkorja pride skoraj vedno zaradi nesorazmernosti med potrebami in količino vbrizganega inzulina (Medvešček, 1987).

Karpljuk idr. (2004) pa navajajo naslednje vzroke za nastanek hipoglikemije:

- vbrizgana prevelika količina inzulina;
- prepozno ali premalo zaužitih ogljikovih hidratov;
- preveč gibanja ob pozabljanju na predhodne ukrepe;
- zaužite prevelike količine alkohola;
- vpliv nekaterih zdravil.

V poglavju presnove smo opisali, kako poteka vzdrževanje homeostaze krvnega sladkorja med telesnim naporom. Med naporom se pri zdravem človeku raven inzulina v krvi zniža, prehajanje glukoze skozi membrano mišičnih celic pa omogoča sama aktivnost celic. Pri bolniku z inzulinsko terapijo se zaradi eksogenega inzulina njegova vrednost v krvi ne zmanjša. Torej se bo ob odsotnosti ukrepov pred vadbo (pravilno inzulinska terapija, zadostna količina zaužitih ogljikovih hidratov) pojavila hipoglikemija.

Kadar je koncentracija inzulina v krvi prenizka, se začne sproščati adrenalin, ki dviguje raven krvnega sladkorja (Lasan, 2002). Znaki, ki kažejo na nastanek hipoglikemije in se pojavijo zaradi učinkov adrenalina, so opozorilni ali adrenergični znaki. Edini vir energije za delovanje možganov predstavlja krvni sladkor. Kadar je tega premalo, se pojavijo drugi znaki hipoglikemije, imenovani nevroglukopenični znaki.

Karpljuk idr. (2004) navajajo naslednje adrenergične znake:

- tresenje rok;
- znojenje;
- nemir;
- razbijanje srca.

Karpljuk idr. (2004) navajajo naslednje nevroglukopenične znake:

- slaba sposobnost koncentracije;
- občutek »prazne glave«;
- lakota;
- težave pri govorjenju;
- mravljinčenje jezika in okrog ust;
- nerodnost kretenj;
- zmedenost.

Pri dlje časa trajajoči sladkorni boleznih se pri bolnikih zaradi dolgoročnih vplivov povišanega krvnega sladkorja pojavljajo kronični zapleti. Pri kroničnih zapletih gre za okvare velikih in malih žil. Kadar gre za okvare velikih žil, so spremembe na teh žilah enake kot pri arterosklerozi. To ima lahko za posledico srčni infarkt, možgansko kap in odmiranje tkiva na nogah. Okvare majhnih žil (kapilar) najbolj prizadenejo oči in ledvice. Kadar prizadenejo oči, privedejo do razvoja diabetične retinopatije. Pri tem se bolniku poslabša vid, lahko pa nastopi tudi popolna slepota. Ko so prizadete ledvice, pride do razvoja diabetične nefropatije. Ker so prizadete ledvice, ki imajo vlogo čiščenja krvi, v telesu ostajajo škodljivi presnovki. Diabetična nefropatije pa lahko privede do popolne odpovedi ledvic. (Burnik, 1987).

Poleg žil povišan krvni sladkor okvarja tudi živčevje. Okvaro živčevja zaradi sladkorne bolezni imenujemo diabetična nevropatija. Pri tem zapletu ni nikoli prizadeto celotno živčevje. Od bolnika do bolnika se razlikuje, kateri del živčevja je prizadet. Najpogostejše so okvare na nogah. Na eni strani so prizadete senzorične živčne poti. Tako bolniki čutijo mravljinčenje, imajo občutek gluhih nog, čutijo hlad, drugi čutijo občutek vročine ali pekočih nog, nekateri globoke sunkovite bolečine v mečih in krče. Na drugi strani pa so prizadete tudi motorične živčne poti. Zaradi tega se pojavljajo ohlapnost mišic, izguba moči in zmanjšanje mišične mase. V primeru, da je prizadet posamezen živec (redkeje), so prizadete mišice, ki jih oživčuje; npr. paraliza obraznih mišic. Pojavi pa se lahko še en zaplet, imenovan avtonomna nevropatija. Ker je pri tej obliki prizadeto avtonomno živčevje, imajo bolniki težave z delovanjem srca, prebavil, delov sečil, nekaterih spolnih funkcij, znojenjem in regulacijo telesne temperature, z zenicami. (Mrevlejš, 1987).

Prizadetosti majhnih žilic na skrajnih delih udov in obzobnega tkiva se pridruži še prizadetost živčevja. Zaradi tega nastanejo mrtvine tkiva, imenovane gangrene. Kadar so prizadeti zobje, le-ti navadno odpadejo. Pri udih pa je okvarjen del uda potrebno amputirati. (Burnik, 1987)  
Pri sladkornih bolnikih lahko pride tudi do nastanka tako imenovanega diabetičnega stopala. Ker so okvarjene žile v predelu stopala, je to slabše prekrvavljeno. Poleg tega slabšo prekrvavitev povzroči še tesno obuvalo. Ker imajo bolniki okvarjen še senzorni del živčevja v stopalu, bolniki poškodbe sploh ne čutijo. Le-ta lahko napreduje do te mere, da je potrebno prizadeti del stopala odrezati. (Grubič, 2011).

### **1.1.6. ZDRAVLJENJE SLADKORNE BOLEZNI**

Zaradi samih vzrokov nastanka sladkorne bolezni se zdravljenje SB 1 in SB 2 razlikujeta. Pri SB 1 telo ne proizvaja lastnega inzulina in zaradi tega je bolnik življenjsko odvisen od eksogenega inzulina. Tako je edini način zdravljenja SB 1 inzulinska terapija. Kot navajajo Karpljuk idr. (2004), pri SB 2 uporabljamo naslednje načine zdravljenja:

- zdrav način prehranjevanja;
- zdravljenje s tabletami;



- zdravljenje z inzulinom;
- redna telesna aktivnost.

Larry Kenny, Wilmore in Costill (2015) opisujejo, da je pri sladkornih bolnikih težko doseči normalne vrednosti krvnega sladkorja z vrsto hranil, ki jih uživamo. Smiselno bi bilo uživati obroke z nizko vsebnostjo ogljikovih hidratov, vendar ti obroki ponavadi vsebujejo visoko vsebnost maščob. Sladkorni bolniki imajo večinoma že visoke vrednosti maščob v krvi. Tako naj bi uravnotežena zdrava prehrana z zmanjšanim kaloričnim vnosom, ki bi povzročila znižanje telesne teže, omogočila, da bolnik doseže normalne vrednosti krvnega sladkorja. Karpljuk idr. (2004) omenjajo tudi, da je hrana z nizkim glikemičnim indeksom boljše za sladkorne bolnike, vendar mora imeti vsak bolnik predpisano individualno dieto. Vsekakor pa bo poleg pravilne prehrane redna telesna aktivnost dodatno ali pa v isti meri pripomogla k uravnavanju krvnega sladkorja. Sama vzdraženost mišičnih celic poveča prepustnost njihovih membran za prehajanje glukoze. Tako glukoza brez potrebe po učinkih inzulina prehaja iz krvi v mišične celice. Karpljuk idr. (2004) navajajo, da šele takrat, kadar z zdravim načinom prehranjevanja in redno telesno aktivnostjo v daljšem časovnem obdobju ne uspemo uravnati vrednosti krvnega sladkorja, posežemo po zdravljenju s tabletami ali z inzulinom. Pri nekaterih bolnikih se uporablja zdravljenje s tabletami in z inzulinom (Guyton Hornsby in Albright, 2009), običajno pa se zdravljenje z inzulinom začne takrat, kadar s tabletami ne dosežemo več zelenih učinkov.

Bolniki si inzulinski pripravek vbrizgajo v podkožje z injekcijo ali inzulinskim svinčnikom. Uporabljajo pa lahko tudi inzulinske črpalke. Le-te jim skozi kateter, vstavljen v podkožje, počasi in neprekinjeno vbrizgavajo bazalni inzulin. Ob obrokih hrane jim vbrizgavajo še dodaten odmerek (v nadaljevanju bolus) inzulina. Inzulinski pripravki se med sabo razlikujejo po tem, koliko časa delujejo, kdaj po injeciranju imajo vrh delovanja in kako hitro po injekciji začnejo delovati.

V Tabeli 1 so prikazane različne vrste inzulinskih pripravkov in njihovi načini delovanja.

Tabela 1.

*Vrste inzulinskih pripravkov (Guyton Hornsby in Albright, 2009)*

|               | ZAČETEK   | VRH       | TRAJANJE | VRSTA            |
|---------------|-----------|-----------|----------|------------------|
| Ultra kratki  | <15 min   | 30–90 min | 1–3 h    | Inzulin lispro   |
| Kratki        | 30–60 min | 2–3 h     | 3–6 h    | Običajni inzulin |
| Srednje dolgi | 2–4 h     | 4–10 h    | 10–16 h  | Lente, NPH       |
| Dolgi         | 2–4 h     | ne doseže | 18–36 h  | Ultralente       |

## 1.2. GIBLJIVOST

»Giblјivost je gibalna sposobnost izvajanja velikih razponov gibov v sklepkih ali v sklepkih sistemih posameznika.« Nanjo lahko z vadbo vplivamo v obsegu 50 % glede na dano dedno osnovo (Pistotnik, 2015). Govorimo lahko o dveh vrstah giblјivosti, in sicer o pasivni ter aktivni giblјivosti. Aktivna giblјivost je tista, pri kateri z lastno silo antagonističnih mišic dosežemo določeno amplitudo giba. Pri pasivni giblјivosti pa je zunanja sila (sila teže, partner) tista, ki pogojuje amplitudo giba. Obe sta pomembni iz več vidikov.

Kadar govorimo o povezavi med zdravjem in gibljivostjo, so ponavadi na prvem mestu poškodbe. Gibljivost predstavlja pomemben faktor preventive pred poškodbami. Med aktivnostjo, ki je lahko običajna, vsakodnevna, športna ali delovna, smo zaradi zunanjega vpliva (sila) prisiljeni v neko določeno amplitudo giba. Če je ta amplituda večja od amplitude, ki jo pogojuje naša gibljivost, lahko pride do poškodbe (natrganine mišice, poškodba narastišča).

Poleg preventive pred poškodbami pa gibljivost pomembno vpliva na telesno držo. Zakrčene mišice na eni strani in pretirano raztegnjene mišice na drugi strani povzročijo spremembe v krivinah hrbtenice, kar ima za posledico nepravilno telesno držo. Takšen primer se lahko pojavi pri ljudeh, ki veliko sedijo, pri tem pa se ne poslužujejo vadbe gibljivosti. Skrajšajo se jim mišice upogibalk kolka. Zaradi tega se medenica obrne naprej, posledično pa se poveča ledvena lordoza. Kot kompenzacija povečani ledveni lordozi se poveča še prsna kifoza. Takšna drža ni več optimalna z vidika razporeditve sil med vretenci. 80 % bolečin v križu pri mlajših starostnih skupinah naj bi bila posledica zmanjšane gibljivosti v nekaterih sklepih. (Pistotnik, 2015)

Neustrezna gibljivost, ki se kaže v različnih dolžinah mišic, ki potekajo čez sklep na različnih straneh, lahko prav tako privede do nepravilnih pritiskov v sklepih, saj je sklep na eni strani bolj obremenjen kot na drugi strani. (Pistotnik, 2015).

Gibljivost pogojuje izvajanje gibalnih nalog v določeni amplitudi. Te naloge se lahko navezujejo na šport ali vsakodnevna opravila. Pri športih je ustrezna gibljivost pomembna z vidika izvedbe pravilne tehnike, lahko pa pripomore k večji estetiki izvedbe (npr. umetnostno drsanje). Gibljivost se lahko zaradi premajhne gibalne neaktivnosti zmanjša do te mere, da nam oteži ali celo onemogoči izvedbo preprostih opravil, kot so vezanje čevljev, tuširanje, ipd. Pistotnik (2015) dodaja, da ustrezna gibljivost zmanjšuje psihično napetost.

Plastičnost tkiv je lastnost, ki jim omogoča, da pod vplivom zunanje sile prevzamejo novo obliko oziroma dolžino. Elastičnost tkiv pa je lastnost, ki omogoča, da se tkiva vrnejo v prvotno obliko oziroma dolžino po prenehanju delovanja zunanje sile.

Ušaj (2003) vezivna tkiva, ki vplivajo na plastičnost in elastičnost mišice, deli na vzporedna in zaporedna. Med vzporedna prišteva ovojnico mišice, ovojnice mišičnih vlaken, ovojnice snopov mišičnih vlaken in kontraktilne filamente znotraj sarkomere. Med zaporedne navaja kite z aponevrozo. Kadar želimo izboljšati gibljivost, izkoriščamo plastičnost zgoraj omenjenih vezivnih tkiv, saj je dolžina mišice eden izmed pomembnih anatomskih dejavnikov, ki pogojujejo gibljivost. Poleg le-te jo pogojujejo tudi vrste in oblike sklepov ter ob sklepne strukture: vezi in sklepne ovojnice, vendar povečanje dolžine mišic predstavlja glavni cilj pri vadbi gibljivosti.

Kadar oblikujemo trening moči, moramo paziti na to, da izvajamo gibe skozi celotno amplitudo, ki nam jo dopušča naša gibljivost. Baechel in Earle (2008) navajata, da lahko nepravilno oblikovan program vadbe moči zmanjša gibljivost. Dodajata tudi, da lahko v nasprotju pravilno oblikovan program vadbe moči gibljivost poveča. Amplitude giba lahko omejuje tudi velikost oziroma prečni presek agonističnih mišic, pri čemer želimo raztegniti antagonist. Prav tako lahko debelost na posameznih telesnih delih omejuje amplitude gibov.

### **1.2.1. GIBLJIVOST IN STAROST**

Zaradi procesa staranja v človeškem telesu prihaja do sprememb v lastnostih tkiv. Degenerativne spremembe povzročijo skrajšanje dolžine mišic in vezivnih tkiv v okolici sklepov (Wachtel idr., 1995, v Tomažin, 2009). Baechel in Earle (2008) navajata, da naj bi prišlo do skrajšanja dolžine mišic, ker se zmanjša njihova elastičnost, saj degenerirana mišična vlakna zamenja bolj čvrsto fibrozno vezivno tkivo. Prihaja tudi do obrabe in okostenevanja hrustančnih oblog v sklepih (Pistotnik, 2015). Omenjeni dejavniki zmanjšujejo tako pasivno kot tudi aktivno gibljivost. (Shepard, 1997).

Na aktivno gibljivost pomembno vpliva tudi moč, saj s silo, ki jo razvijejo agonistične mišice, dosegamo zelene amplitude gibov. S starostjo prihaja do pojava sarkopenije (podrobneje opisana v poglavju Ravnotežje), ki zmanjšuje moč. Posledično se bo zmanjšala tudi aktivna gibljivost. Zato je pomembno izvajanje vadbe moči v starosti in s tem ohranjanje mišične moči z vidika aktivne gibljivosti. Vadba moči izboljšuje tudi medmišično koordinacijo, kar bo prav tako pripomoglo k boljši aktivni gibljivosti. Kadar želimo doseči maksimalne amplitude s pomočjo agonističnih mišic, je potrebno, da se antagonistična mišica sprostí in tako poveča navor v sklepu v smer agonistične mišice. (Tomažin, 2009).

V starosti se lahko gibljivost zmanjša do te mere, da onemogoča preprosta vsakodnevna opravila, kot so oblačenje, obuvanje, vezanje čevljev, tuširanje ipd. Zato je pomembno, da v starosti gibljivost ohranjamo.

### **1.2.2. PROPRIOCEPTORJI IN MEHANIZMI MIŠIČNE AKTIVACIJE**

V človeškem telesu se nahaja več različnih receptorjev. Na primer v koži se nahajajo receptorji za toploto, dotik in bolečino. Njihova naloga je, da kadar so vzdraženi, pošljejo informacije po aferentnih poteh do centralnega živčnega sistema. Posebna vrsta receptorjev so proprioceptorji. Nahajajo se v mišicah, sklepih in kitah. Informacije, ki jih pošiljajo, so lahko na zavestni ravni. To je takrat, kadar nam dajejo informacije o položajih telesnih delov. Lahko pa so informacije na podzavestni ravni. Na primer takrat, kadar vzdržujejo našo pokončno telesno držo v stoji ali med sedenjem. Centralnemu živčnemu sistemu pošiljajo podatke o navorih v sklepih, o dolžini mišic in o sili v kitah. Izzovejo tudi reflekse, nekateri od njih imajo varovalno vlogo. V nadaljevanju bomo opisali delovanje dveh proprioceptorjev, katerih razumevanje je pomembno za bolj učinkovito vadbo gibljivosti.

Mišično vreteno je proprioceptor, ki se nahaja v mišicah in daje podatke o hitrosti ter velikosti spremembe dolžine mišice. Sestavljeno je iz posebnih mišičnih vlaken, imenovanih intrafuzalna mišična vlakna, ki so obdana z vezivnim tkivom in je pozicionirano vzdolž ostalih vlaken mišice, imenovanih ektrafuzalna mišična vlakna. Kadar se mišica (ektrafuzalna vlakna) raztegne, to povzroči razteg oziroma »deformacijo« (intrafuzalnih vlaken) mišičnega vretena. S tem, ko se mišično vreteno deformira, se aktivira njegov aferentni nevron. Le-ta potuje do hrbtenjače, kjer se poveže z motonevrom iste mišice, v kateri je omenjeno deformirano mišično vreteno in ga aktivira. To ima za posledico, da se mišica skrči. Opisani mehanizem se imenuje refleks na nateg. (Baechel in Earle, 2008).

Intrafuzalna vlakna so oživčena tudi z eferentnim gama motonevrom. Ektrafuzalna mišična vlakna pa so oživčena z eferentnim alfa motonevrom. Gama motonevrom glede na svojo vzdraženost preko svojega aferentnega nevrona kontrolira vzdraženost alfa

motonevronska (Enoka, 2008). Torej alfa in gama motonevronska delujeta soodvisno, kar imenujemo alfa-gama koaktivacija.

Golgijev kitni organ je proprioceptor, ki se nahaja v kitah. Daje informacije o silah v mišici. Aktivira se takrat, kadar se skrči kita zaradi mišične kontrakcije. Njegov senzorni nevron potuje do hrbtenjače, kjer preko inhibitornega internevronskega povzroči inhibicijo motonevronske te iste mišice, ki se je skrčila. S tem se zmanjša napetost v mišici in posledično tudi v kiti. Golgijev kitni organ predstavlja obrambni mehanizem pred prevelikim zunanjim bremenom, ki bi lahko poškodoval mišico. Pri majhnih silah je inhibicija motonevronska minimalna. Kadar pa so obremenitve ekstremno velike, to povzroči, da se mišica v celoti sprosti. (Baechel in Earle, 2008).

Z vidika vadbe gibljivosti sta pomembna dva mehanizma mišične aktivacije. Aferentni nevron mišičnega vretena, ki smo ga omenili zgoraj, ima poleg vezave z motonevronske mišice, v kateri se nahaja (agonist), še povezavo z motonevronske antagonistične mišice. Ta povezava pa v nasprotju s povezavo z agonistom inhibira aktivacijo antagonistične mišice (Lasan, 2004). Opisani mehanizem se imenuje recipročna inhibicija. Drugi mehanizem, ki je povezan z vzdraženjem golgijevega kitnega organa, je rekurentna inhibicija. Kadar bo mišica izpostavljena aktivni kontrakciji, bo v Golgijevem kitnem organu narastla sila, kar bo povzročilo inhibicijo aktivacije iste mišice, pri kateri bo sledil takojšen pasiven razteg. (Baechel in Earle, 2008).

### 1.2.3. VADBA GIBLJIVOSTI

Za kakovostno in varno vadbo gibljivosti je pri načrtovanju potrebno upoštevati pravilno izbiro metode glede na zastavljene cilje, intenzivnost, izvedbo in trajanje posameznih korakov, ki jih določata metoda ter sredstva. Poznane so štiri metode raztezanja, in sicer:

- statično raztezanje;
- balistično raztezanje;
- dinamično raztezanje;
- PNF (proprioceptivna živčno-mišična facilitacija) (Baechel in Earle, 2008).

Pri vadbi gibljivosti lahko zelene amplitude gibov dosežemo na več načinov. Pri aktivnem načinu zeleno amplitudo dosežemo z uporabo lastnih mišic. Raztezanje agonista dosežemo s kontrakcijo antagonistov. Pri pasivnem načinu zelene amplitude dosežemo s pomočjo zunanje sile, ki jo proizvede partner ali naprava za raztezanje. (Baechel, 1994).

Želene amplitude pa lahko dosežemo tudi s kombinacijo zgoraj opisanih načinov. Pri pasivno-aktivnem načinu zeleno amplitudo dosežemo s pomočjo zunanje sile, nato pa jo s kontrakcijo antagonističnih mišic zadržimo. Pri aktivno-pasivnem načinu pa je mehanizem doseganja zelene amplitude ravno obraten. Želene amplitude dosežemo s silo, ki jo proizvedemo s kontrakcijo antagonistov, nato pa jo zadržimo s pomočjo partnerja. (Alter, 2000).

Kot smo opisali v poglavju 1.2.2. so z vidika razumevanja vadbe gibljivosti pomembni proprioceptorji in mehanizmi mišične aktivacije. Pri statičnem raztezanju izkoriščamo alfa-gama koaktivacijo (Enoka, 2008). Pistotnik (2015) za doseganje ustreznih učinkov pri statičnem raztezanju med drugim navaja, da je med raztezanjem potrebno biti sproščen in da je potrebno vaditi zbrano, z miselnim nadzorom. Če želimo mišico čim bolj sprostiti in tako

doseči maksimalne amplitude gibov, moramo pozornost usmeriti v informacije, ki prihajajo iz proprioceptorjev, predvsem iz mišičnega vretena.

Statično raztezanje je sestavljeno iz petih korakov, in sicer iz:

1. začetnega položaja;
2. doseganja maksimalne amplitude;
3. zadrževanja maksimalne amplitude giba;
4. sprostitve;
5. vračanja v začetni položaj.

Da bomo lahko največ pozornosti usmerili v informacije, pridobljene iz proprioceptorjev, moramo zavzeti udoben in stabilen začetni položaj (Pistotnik, 2015). Če bomo morali med samim raztezanjem aktivno vzdrževati ravnotežje, bo to odvzelo velik del naše pozornosti. Če bo položaj stabilen, bomo lahko zaprli tudi oči in s tem ponovno pridobili nekaj dodatne pozornosti.

Doseganje maksimalne amplitude mora biti izvedeno počasi in postopno, brez nenadnih hitrih gibov, saj bi lahko v nasprotnem primeru izzvali refleks na nateg. Pri maksimalni amplitudi ne smemo čutiti bolečine, ampak blago nelagodje, pri čemer integriteta sklepa ne bi smela biti nikoli ogrožena. (Baechel in Earle, 2008).

Priporočila o tem, koliko časa naj bi zadrževali maksimalno amplitudo giba, so različna. Baechel in Earle (2008) navajata, da maksimalno amplitudo zadržimo od 15 do 30 s. Heyward (2006) ne navaja časa zadrževanja pri posameznem raztegu, ampak čas, ki predstavlja produkt posameznega raztega in števila ponovitev. Le-ta naj bi za posamezno vajo znašal od 45 s do 2 min. Za doseg omenjenih količin je potrebno upoštevati posameznikovo toleranco na razteg. Pri ljudeh z nizko toleranco so priporočljivi krajši posamezni raztegi med 10 do 15 s. Ko se pri njih gibljivost izboljša, lahko povečajo čas posameznega raztega ali število ponovitev, vendar, ko se poveča toleranca na razteg, je bolje, če povečamo čas posameznega raztega in zmanjšamo število ponovitev.

Enoka (2008) samo zadrževanje maksimalne amplitude nekoliko dopolni. Kot v sklepu pri raztezanju naj ne bi bil ves čas enak. Znotraj 30 s imamo 3 vale. Na začetku mišico enako raztegnemo do napetosti in zadržimo v tem položaju. Za tem sledi prvi val sproščanja, ki traja nekje 10 s. V tem času napetost v mišici pade in mišico sprostimo. Nato razteg ponovno povečamo do enake napetosti kot na začetku. Sledi drugi val sproščanja. Postopek se ponovi še enkrat.

Po zaključku zadrževanja največje amplitude mišico, ki smo jo raztezali, sprostimo s sprostilnimi gimnastičnimi vajami. Da se vrnemo nazaj do prvega koraka, uporabimo mišice, katere nismo raztezali, saj bi lahko v nasprotnem primeru prišlo do poškodbe. Lahko nam je v pomoč partner. (Pori idr., 2013).

Statično raztezanje uporabljamo v različne namene. Lahko ga uporabimo za povečanje gibljivosti, pri čemer mora predstavljati glavni del vadbene enote. Pred takim statičnim raztezanjem se je potrebno ogreti. Z ogrevanjem bomo dvignili telesno temperaturo, kar bo zmanjšalo viskoznost mišic in vezivnega tkiva, zaradi česar se bodo manj upirali raztezanju. (Baechel in Earle, 2008).

Med statičnim raztezanjem prihaja do relaksacije gama motonevronskega. Zaradi alfa-gama koaktivacije posledično prihaja do zmanjšanja tonusa v mišicah. (Enoka, 2008) S tem dosežemo, da se mišica sprosti, kar omogoča večjo prekrvavljenost mišice. Tako se bodo stranski produkti, ki so nastali med vadbo, hitreje izločili iz mišice, le-ta pa se bo hitreje regenerirala. Zato je statično raztezanje smiselno uporabiti tudi v zaključnem delu.

Statično raztezanje pred vadbo ima negativne akutne učinke na maksimalno mišično silo in na izvedbo gibalnih nalog pliometrije, ne glede na starost, spol ter treniranost. Negativni učinki so povezani s celotnim časom raztezanja mišice. Krajši kot je ta čas, manjši so negativni učinki (Simič, Sarabon in Markovič, 2012). Prav tako ima statično raztezanje pred vadbo negativne učinke na vzdržljivost v moči, pri čemer so negativni učinki večji pri premagovanju višjih bremen. (Nelson, Kokkonen in Arnall, 2005).

Statično raztezanje se do določene mere vključi v pripravljalni del v primeru, če specifika športa oziroma gibalne dejavnosti zahteva določeno stopnjo gibljivosti, potrebne za izvedbo gibalnih nalog. Vsekakor pa statično raztezanje v pripravljalnem delu ne bo zmanjšalo tveganja za poškodbe. Heyward (2006) navaja naslednje razloge:

- sposobnost mišice, da absorbira energijo, ni odvisna od gibljivosti;
- statično raztezanje lahko povzroči poškodbe na celični ravni;
- statično raztezanje povečuje toleranco na bolečino.

Sklepi imajo glede na svojo anatomsko zgradbo določene mehanske lastnosti. Poznati moramo, katere so osnovne ravnine, v katerih lahko izvajamo gibe v posameznem sklepu. Samo v teh ravninah lahko izvajamo raztezanje, saj bi v nasprotnem primeru raztezali tudi vezi in ovojnice, ki skrbijo za stabilnost sklepa. Pri gibanju hrbtenice moramo paziti na to, da ne pride do hiperekstenzij v vratnem ali ledvenem predelu in da je ne krivimo v dveh ravninah hkrati, saj bi prišlo do nepravilne razporeditve sil med vretenci. (Pistolnik, 2015).

Pri balističnem raztezanju izvajamo zamašne gibe z relativno velikimi hitrostmi s pomočjo lastnih mišic, pri katerih končnega položaja ne zadržimo. Gre za aktivno gibljivost, ki ima svoje pomanjkljivosti. Ponavadi izzove refleks na nateg. Povzroči lahko poškodbe mišic in vezivnega tkiva, ponavadi na mestu, kjer je bilo v raztezanje vključeno tkivo že poškodovano. Odsvetuje se ljudem s poškodbami križa in zadnjih stegenskih mišic (Baechel in Earle, 2008). Pri dinamičnem raztezanju prav tako želimo vplivati na aktivno gibljivost. Od balističnega raztezanja se razlikuje po tem, da najvišje amplitude dosegamo z manjšimi hitrostmi v sklepu in bolj kontrolirano. Takšno raztezanje posnema dejanske gibe, ki jih izvajamo glede na potrebe športa, poklica ali vsakodnevnih opravil, in zagotavlja aktivno gibljivost, ki je potrebna za njihovo izvedbo. Zaradi večje kontrole izvajanja gibov je pri tem načinu raztezanja manjša nevarnost poškodb kot pri balističnem in manjša verjetnost, da bomo izzvali refleks na nateg. Vendar je velikost doseganj amplitud gibov manjša kot pri balističnem načinu. (Baechel in Earle, 2008).

Pri izvajanju dinamičnih razteznih vaj je potrebna postopnost pri povečevanju amplitude giba in hitrosti izvedbe skozi število ponovitev, vaje pa lahko izvajamo na mestu ali v gibanju (Baechel in Earle, 2008). Posamezno vajo izvajamo v dveh do treh serijah, znotraj posamezne serije izvedemo osem do deset ponovitev. (Pori idr., 2013).

Dinamično in balistično raztezanje povišata telesno temperaturo ter prekrvavljenost. To vpliva na hitrejšo mišično kontrakcijo in na relaksacijo agonistov ter antagonistov. Izboljša se reakcijski čas in stopnja prirastka mišične sile. Izboljšata se mišična sila in moč. Zmanjša se

viskozna odpornost mišic, poveča pa se oskrbljenost mišic s kisikom. Poveča se prekrvavljenost skozi aktivne mišice in zviša se stopnja delovanja metaboličnih reakcij. Vendar pa balistično raztezanje, tako kot statično in PNF, škoduje športnemu nastopu, ki bo sledil. (Baechel in Earle, 2008) Iz navedenih razlogov se dinamično raztezanje uporablja predvsem v pripravljalnem delu vadbene enote. Uporabimo ga lahko kot del splošnega in specialnega ogrevanja.

Za razliko od dinamičnega in balističnega raztezanja pa statično raztezanje telesne temperature ne poveča oziroma jo lahko zniža, vendar daje boljše rezultate v smislu povečanja maksimalne amplitude giba. S tem izboljšuje pasivno gibljivost (Baechel in Earle, 2008).

Pri PNF metodi je poznanih več različnih načinov raztezanja, med katerimi se najpogosteje uporabljajo naslednji:

1. drži – sprosti;
2. napni – sprosti;
3. drži – sprosti s koncentrično kontrakcijo agonistov.

Pri prvi in drugi različici izkoriščamo rekurentno inhibicijo. Vendar, če želimo, da se bo le-ta pojavila, potem mora biti prisotne vsaj 50 % zavestne kokontraksije, ki mora trajati 4 do 6 sekund. Nato mora slediti takojšna sprostitvev in prehod v večji raztezek v trajanju 1 sekunde. (Enoka, 2008).

PNF raztezanje vsebuje elemente statičnega raztezanja, zato moramo tudi tukaj zavzeti stabilen položaj, da bomo lahko v čim večji meri zmanjšali napetost v mišici in jo sprostili. Prva in druga različica se med seboj razlikujeta le v načinu kontrakcije, ki bo povzročila rekurentno inhibicijo. Ostali koraki raztezanja ostajajo enaki. V prvem koraku mišico raztegnemo da začutimo srednjo napetost in v tem položaju vztrajamo 10 s. V drugem koraku pri drži – sprosti različici sledi izometrična kontrakcija, ki jo zadržimo 6 sekund. Pri napni – sprosti različici pa koncentrična kontrakcija skozi celotno amplitudo giba ob uporabi, ki ga nudi partner. V tretjem koraku ob koncu izometrične oziroma koncentrične kontrakcije sledi pasivni raztezek z večjo amplitudo kot v prvem koraku. V tem položaju vztrajamo 30 sekund in zmanjšamo napetost v mišici. (Alter, 2000).

Različica drži – sprosti s koncentrično kontrakcijo agonistov pa poleg rekurentne inhibicije izkorišča še recipročno inhibicijo. Od drži – sprosti različice se razlikuje zgolj v tretjem koraku, kjer k pasivnemu raztezkju dodamo še koncentrično kontrakcijo agonista, ki traja 4 do 6 sekund (recipročna inhibicija). Zaradi tega je nova amplituda raztezka večja kot pri prvih dveh različicah. V njem pa vztrajamo 10 sekund (Alter, 2000).

Pri vseh treh različicah PNF raztezanja korake od 1 do 3 ponovimo 2- do 4-krat, celotno vajo pa izvedemo 3- do 5-krat (Pori idr., 2013).

Če želimo izvajati PNF metodo kvalitetno, potrebujemo pomoč partnerja. Možnost poškodb se poveča v primeru, če partner ne pozna gibljivosti in omejitve vadečega in če ne delujeta usklajeno. Zato je smiselno, da je partner pri takšni vadbi ves čas enak. PNF vadba pa ima svoje prednosti. Alter (2000) navaja, da se povečajo: stabilnost sklepa, pasivna gibljivost, moč in medmišična koordinacija.

Pri vadbi gibljivosti naj začetniki začnejo z dvema do štirimi ponovitvami za vsako vajo. Ko bodo izboljšali gibljivost skozi program vadbe, naj število ponovitev vsake raztezne vaje povečajo na 5. Raztezne vaje naj bi se izvajale vsaj 2- do 3-krat na teden. Glavni del vadbene enote za povečanje gibljivosti naj traja od 15 do 30 minut, odvisno od števila ciljev in posledično števila vaj (Heyward, 2006).

### 1.3. RAVNOTEŽJE

Ravnotežje je sposobnost posameznika, da ohrani pravokotno projekcijo težišča telesa znotraj podporne površine. Kadar je podporna površina mirujoča in je naš namen ohraniti ravnotežje v stoji na mestu, govorimo o statičnem ravnotežju. Ko se premikamo po prostoru in z vsakim premikom zavzamemo položaj nad novo podporno površino, govorimo o dinamičnem ravnotežju.

Za ohranjanje ravnotežja naše telo izvaja kompenzacijske gibe z namenom, da izniči odklone telesa, ki bi porušili stabilen položaj. Pri pokončni stoji na mestu se zaradi vplivov sile teže pojavljajo nihanja v bočni ravnini s frekvenco 40 do 85 odklonov na minuto (Pistolnik, 2015). Prav tako med gibanjem velikokrat naletimo na ovire (luknja, spolzka podlaga ipd.) in smo prisiljeni izvesti kompenzacijske gibe, da se izognemo padcu. S pravilno anticipacijo se lahko tem oviram izognemo (Rose, 2003).

Sodelovanje gibalnega in senzornega sistema omogoča ohranjanje ter vzpostavitev ravnotežja. Gibalni sistem s pravilno aktivacijo mišic na podlagi informacij, pridobljenih iz senzornega sistema, izvede ustrezne gibe. Tako nam senzorni sistem zagotavlja informacije za pravilno anticipacijo akcij, ki jih bomo morali izvesti zaradi ovir oziroma pogojev okolja ali pa nam zagotavlja informacije, da se lahko odzovemo na dane spremembe. Rose (2003) pravi, da so senzorne informacije potrebne za vnaprejšnje načrtovanje akcij in za podzavestno izvedbo avtomatiziranih gibov za vzdrževanje položaja oziroma za hitre odzive, ki jih zahteva okolje ali naloga.

Za nadzorovanje ravnotežja pridobivamo informacije iz zunanjega in notranjega okolja iz treh senzornih sistemov, in sicer iz:

- vizualnega sistema;
- somatosenzoričnega sistema;
- vestibularnega sistema (Rose, 2003).

Vizualni sistem nam zagotavlja informacije o naši lokaciji v prostoru, hitrosti in smeri gibanja, za kar potrebujemo fiksne točke, po katerih se lahko orientiramo. Daje nam podatke o kvaliteti in lastnosti podlage, objektih in ovirah v prostoru ter nam tako omogoča, da varno premagamo pot. Informacije pridobiva preko ostrine, jasnosti, s katero vidi, in informacij, ki jih pridobimo zaradi gibanja v prostoru (Rogers in Page, b. d.).

Somatosenzorični sistem pridobiva informacije iz taktilnih receptorjev in propioceptorjev. Taktilni receptorji nam dajejo informacije o pritisku na podlago in o smeri odklonov težišča (Pistolnik, 2015), zaznavajo pa tudi vibracije. Proprioceptorji: Golgijev kitni organ, mišično vreteno in receptorji v okolici sklepov dajejo informacije o hitrosti ter sili krčenja mišice, o kotnih premikih in pospeških v sklepu ter nas informirajo o položaju telesnih segmentov in omogočajo natančno regulacijo gibanja (Baechel in Earle, 2008).



Vestibularni sistem, ki se nahaja v srednjem ušesu, je sestavljen iz dveh delov in zagotavlja informacije o gibanju glave neodvisno od vizualnega sistema. Ušesne koščice dajejo informacije o smeri in stopinjah nagiba glave glede na gravitacijo. Polkrožni kanali, ki so postavljeni v vseh treh osnovnih telesnih ravninah, so napolnjeni s tekočino, v njih pa se nahajajo dlačice (receptorji). Ko se začnemo gibati v prostoru, se premakne tudi tekočina v kanalih. Premik tekočine zaznajo dlačice, ki pošljejo informacije o gibanju glave (Rogers in Page, b. d.).

Rose (2003) dodaja, da nam informacije, ki so pridobljene ločeno iz vestibularnega in vizualnega sistema, pomagajo ugotoviti, ali se premikamo mi ali okolje, v katerem smo. Nobeden izmed zgoraj opisanih sistemov posamezno ne zagotavlja vseh potrebnih informacij za določitev našega položaja v prostoru, ampak vsak prispeva svoj delež glede na vrsto dražljajev, ki jih zaznava. Zaradi zmanjšane delovanja enega sistema se lahko okrepi delovanje drugega (Rose, 2003).

Informacije, ki jih zberejo vsi trije senzorni sistemi iz periferije, potujejo do centralnega živčnega sistema, kjer se zberejo in skupaj oblikujejo podatke o našem položaju. Na podlagi združenih informacij se v centralnem živčnem sistemu oblikuje gibalni program, ki bo omogočal, da bomo vzpostavili ali ohranili ravnotežje. Interakcija med senzornim in gibalnim sistemom ni enkratna. Po tem, ko smo začeli z izvajanjem gibanja, senzorni sistem povratno preverja, ali je le-to takšno, kot ga je določil predhodno oblikovan program (Rose, 2003).

### **1.3.1 RAVNOTEŽJE IN STAROST**

Z naraščanjem biološke starosti prihaja do sprememb v senzornem in gibalnem sistemu. Spremembe v vizualnem sistemu se kažejo v slabši ostrini vida in percepciji globine, zmanjšanju perifernega vidnega polja. Prav tako ljudje potrebujejo večji kontrast, da lahko opazijo prostorske razlike (Rogers in Page, b. d.). Zaradi teh sprememb bodo imeli posamezniki težave z oceno lastnosti podlage, na kateri stojijo, oziroma z njeno spremembo, ki se bo pojavila med gibanjem. Težave se bodo pojavile tudi pri zaznavanju nevarnosti (ovir), ki so v okolju, s tem pa možnost vnaprejšnjega predvidevanja, kako te ovire premagati brez izgube ravnotežja (Rose, 2003).

Po 30-emu letu starosti začne število vestibularnih receptorjev (dlačic) padati. Ocenjeno je, da se njihovo število po 70. letu starosti zmanjša za 40 %. Prav tako se poslabša delovanje somatosenzoričnega sistema na račun zmanjšanja občutljivosti kože na dotik. (Rogers in Page, b. d.). Poslabša se tudi delovanje proprioceptorjev (Rose, 2003), zaradi česar imajo starostniki slabši občutek za položaj telesnih segmentov.

S starostjo se zmanjšuje mišična masa, kar imenujemo sarkopenija. Narici in Maganaris (2006) navajata, da so razlogi za pojav sarkopenije naslednji: odmiranje gibalnih nevronov, zmanjšanje števila motoričnih enot, zmanjšanje velikosti in števila mišičnih celic, spremembe v hormonskem statusu. Macaluso in De Vito (2004) dodajata, da se zniža nivo aktivacije mišice in sposobnost hitre aktivacije, ki sta odvisni od delovanja živčnega sistema.

Mišična sila je odvisna od prečnega preseka. Ker se pri sarkopeniji zmanjšata velikost mišične celice in število mišičnih celic, se posledično zmanjša prečni presek. Zaradi tega bo v starosti mišica sposobna razviti manjšo silo. Zaradi zmanjšane nivoja aktivacije pa bo že tako z vidika mase oslABLJENA mišica razvila še manjši prirastek sile.

Najpogosteje odmirajo nevroni velikih in hitrih motoričnih enot (Narcis in Magnaris, 2006), ki največ prispevajo k hitremu prirastku sile. Skrajša se tudi dolžina mišičnih vlaken za okoli 10 %, kar ima za posledico zmanjšanje največje hitrosti krajšanja mišičnih vlaken (Lieber in Friden, 2000).

Zgoraj opisane posledice sarkopenije zmanjšujejo silo in moč, ki jo lahko proizvedejo mišice s svojo kontrakcijo. Zaradi tega starejši ne bodo sposobni izvesti dovolj silovitih in hitrih kompenzacijskih gibov, ki bi jim zagotavljali ohranjanje ravnotežja.

Z ravnotežjem povezane naloge pri starostnikih, kot sta stoja in hoja, zahtevajo večjo mero pozornosti v primerjavi z mlajšimi posamezniki. Zaradi poslabšanja kognitivnih sposobnosti, med katere spada pozornost, imajo starostniki med izvajanjem ravnotežnih nalog več težav kot mlajši, če morajo pozornost usmeriti v še nekaj drugega, ki ni povezano z nalogo (Rose, 2003).

Rugelj in Uršič (2006) ugotavljata, da so mnenja strokovnjakov različna. Nekateri menijo, da se starejši bolj zanašajo na informacije, pridobljene iz vizualnega sistema, drugi pa menijo, da se bolj zanašajo na informacije, pridobljene iz somatosenzoričnega sistema. Ne glede na to bodo zaradi poslabšanja delovanja določenega senzornega sistema njihove informacije v primerjavi z drugim sistemom v konfliktu. Tako bodo imeli starejši težave s primerjavo, z izborom in združevanjem senzornih informacij. (Rose, 2003).

Vse opisane spremembe kot posledica povečevanja biološke starosti vplivajo na poslabšanje sposobnosti ravnotežja, ki predstavlja enega izmed najpomembnejših intrinzičnih dejavnikov tveganja za padce. Zaradi padcev se lahko starejši poškodujejo, kar povzroči dodatno telesno neaktivnost v času zdravljenja, ki bo učinke staranja le še poslabšala. Zaradi strahu pred ponovnim padcem starejši opuščajo aktivnosti, kar vodi v socialno izolacijo (Tomšič, 2011). Z ustrezno usmerjeno in načrtovano vadbo lahko upočasnimo vplive staranja in s tem ohranjamo ali izboljšamo ravnotežje pri starejših, kar jim bo omogočalo večjo samostojnost in boljšo kvaliteto življenja.

### **1.3.2. VADBA RAVNOTEŽJA**

Kadar smo v ravnotežnem položaju, mora projekcija težišča telesa padati na podporno površino. Če želimo, da bomo med stojo aktivirali čim manj mišic in s tem poskrbeli za to, da bo le-ta optimalna z ekonomičnega vidika, potem morajo biti vsi deli telesa poravnani v isti liniji, ta linija pa mora hkrati predstavljati projekcijo težišča.

Rose (2003) opisuje tri strategije ohranjanja ravnotežja v stoji, in sicer:

- gležnja;
- kolka;
- koraka.

Kadar so nihanja telesa med stojo majhna, zadostuje uporaba strategije gležnja. To pomeni, da se kompenzacijski gibi izvajajo samo v gležnju, telo pa se premika kot celota. Zgornji in spodnji del telesa se premakneta v isti smeri.

Gibi, ki se izvajajo samo v gležnju, kompenzirajo manjše premike projekcije težišča. Kadar so ti premiki večji in hitrejši, se poslužujemo strategije kolka. Tako uporabimo večje mišice, ki so odgovorne za izvajanje gibov v kolku. Za razliko od strategije gležnja se pri tej telo ne giblje kot celota, ampak se spodnji in zgornji del gibljeta v nasprotni smeri. Opazimo kot prelom v kolku.

Če je nihaje telesa tako veliko, da strategija gležnja in kolka ne zadoščata za ohranjanje ravnotežja in bi lahko padli, potem uporabimo strategijo koraka. Pri tem naredimo korak v smer premika projekcije težišča in tako ustvarimo novo podporno površino, znotraj katere se bo nahajala premaknjena projekcija težišča.

Struktura ravnotežja je v primerjavi z ostalimi gibalnimi sposobnostmi precej zapletena. Zato je potrebno vadbo oblikovati tako, da bomo učinkovali na vse sisteme, ki nanj vplivajo.

Če želimo, da bodo obseg, sila in hitrost izvedbe kompenzacijskih gibov čim večje, moramo v vadbo ravnotežja vključiti vadbo moči. Pri tem velja upoštevati splošne zakonitosti vadbe moči, ki so potrebne za doseg določenega cilja. Če smo usmerjeni v vadbo moči starejših, Strojnik (2015) navaja, da naj bo namenjena vadbi hipertrofije in aktivacije mišic. Vključuje pa naj predvsem mišice trupa in iztegovalk nog.

Kadar želimo dati večji poudarek na katerega izmed senzornih sistemov, moramo otežiti ali izključiti prihod informacij iz ostalih sistemov. Motnje vizualnega sistema lahko dosežemo z zmanjšanjem svetlosti prostora, lahko pa ga popolnoma izključimo, če zapremo oči. Motnje v delovanju vestibularnega sistema dosežemo s hkratnim gibanjem glave, ki ni povezano z izvajanjem naloge (Rose, 2003). Lahko pa vestibularni sistem zmedemo že pred izvajanjem naloge (Pistotnik, 2015). Na oteženo delovanje somatosenzoričnega sistema vpliva podlaga, na kateri stojimo. Le-ta je lahko npr. mehka ali pa se premika. Uporabljamo lahko tudi kombinacije motenj dveh sistemov.

Rogers in Page (b. d.) navajata naslednja priporočila za vadbo ravnotežja pri starejših osebah. Naloge ravnotežja naj izvajajo že med vsakodnevnimi opravili, vadbene enote za razvoj ravnotežja pa naj izvajajo 2 do 3-krat na teden. Pri tem naj začnejo z izvajanjem petih vaj. Vsako vajo izvedejo v eni seriji, ki traja 10 do 15 sekund. Ko vadeči osvojijo navedene vadbene količine, naj povečajo čas izvajanja serije do 30 s in povečajo število serij na 2 do 3.

Kot smo že omenili, lahko izvajanje ravnotežnih nalog otežimo z motenjem delovanja senzornih sistemov. Poleg tega obstajajo še drugi načini povečevanja obremenitve. Čampa (2014) jih deli v naslednje kategorije, in sicer:

- kvaliteta podlage;
- spreminjanje podporne površine;
- prenašanje težišča telesa naprej in v stran;
- motenje ravnotežja z zunanjim odporom;
- dodatna pozornost.

#### 1.4. TESTI GIBALNIH IN FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI ZA STAROSTNIKE

Poznanih je šest gibalnih sposobnosti, in sicer: gibljivost, moč, ravnotežje, koordinacija, natančnost ter hitrost. Kardiorespiratorno pripravljenost prištevamo med funkcionalne sposobnosti. Kadar se ukvarjamo z merjenjem zgoraj navedenih sposobnosti pri starostnikih, hitrosti in koordinacije ne merimo kot samostojne sposobnosti, ampak v povezavi z drugimi sposobnostmi, ki jih zahteva izvedba gibalne naloge. Tudi natančnost se običajno ne meri. Prav tako sama vadba starostnikov običajno ni usmerjena v izboljšanje hitrosti in natančnosti, saj ti dve sposobnosti nista neposredno povezani s kvaliteto življenja, ki se kaže v samostojnosti opravljanja vsakodnevnih opravil, v vključevanju v širše družbeno okolje, v zdravju in v varnosti izvedbe nalog.

Za ugotavljanje gibljivosti se uporabljajo trije merski postopki: laboratorijsko merjenje, situacijski gibalni testi in orientacijski normativi (Pistotnik, 2015). Laboratorijsko merjenje sicer daje natančne rezultate, vendar ga na terenu ne moremo uporabljati; prav tako ni primerno za testiranje večjega števila ljudi. Zato z vidika testiranja starostnikov raje uporabljamo situacijske gibalne teste ali orientacijske normative.

Pri situacijskih testih imamo na voljo dve metodi merjenja. Prva je linearna metoda, kjer so rezultati izraženi v dolžinskih enotah. Pri drugi metodi pa se s pomočjo gravitacijskega goniometra izmeri kot, ki ga določa maksimalna amplituda giba v izbranem sklepu. Pri orientacijskih normativih dobimo oceno stopnje gibljivosti, ki ni izražena v numeričnih enotah. Gre za kvalitativno oceno.

Moč lahko merimo s pomočjo dinamometrov, izokinetičnih naprav, tenziometrijske plošče in situacijskih testov. Tudi izokinetične naprave in tenziometrijske plošče so kot laboratorijsko merjenje gibljivosti težje dostopne, neuporabne na terenu in neprimerne za merjenje večjih skupin. Zato jih običajno ne uporabljamo za ugotavljanje moči starostnikov. Največkrat se poslužujemo uporabe ročnega dinamometra in situacijskih testov. Situacijski testi morajo biti oblikovani tako, da bodo merili želeno pojavno obliko moči in bodo ustrezali topološkemu kriteriju (Pistotnik, 2015). Pri starostnikih običajno ne merimo hitre moči, ampak ostali dve pojavni obliki: statično ter repetativno moč.

Pri izbiri testov za merjenje katerekoli gibalne sposobnosti starostnikov je potrebno upoštevati morebitne gibalne disfunkcije, ki so posledica zdravstvenega stanja ali zgolj starosti. Pri ocenjevanju ravnotežja je potrebno testirance deliti v tri skupine, in sicer:

- niso sposobni hoditi;
- samostojno hodijo, vendar kratke in zelo kratke razdalje;
- hodijo brez omejitev (Jakovljevič idr., 2006).

Na podlagi tega je potrebno ustrezno izbrati teste. Teste izbiramo tudi na podlagi tega, katero pojavno obliko ravnotežja ocenjujemo: statično ali dinamično.

Oceno ravnotežja lahko pridobimo s pomočjo ocenjevalnih lestvic ali s testi funkcijske izvedbe (Moharič, 2009). Ocenjevalne lestvice so sestavljene iz večih nalog, pri čemer vsako nalogo ocenimo v skladu s predpisano skalo (npr. 1 – normalno, 3 – nenormalno; 1 – ni izvedena, 4 – varno izvedena). Seštevek točk, ki jih testiraneec doseže pri vsaki nalogi, nam daje oceno ravnotežja.

Stabilometrija, ki se izvaja na pritiskovni plošči, omogoča izvedbo testa senzorične organizacije. Z njim ugotavljamo relativni prispevek posameznega senzornega sistema k

uravnavanju drže. Meritve se opravijo v 4 pogojih. Na trdi in mehki podlagi, z odprtimi in zaprtimi očmi (Rugelj, Tomšič, Ovca in Sevšek, 2009).

Pokazatelj kardiorespiratorne pripravljenosti  $VO_2$  max predstavlja maksimalno količino kisika, ki jo lahko posameznik porabi v enoti časa. Izraža se v  $ml\ O_2/kg * min$  (Baechel in Earle, 2008). Stopnjo kardiorespiratorne pripravljenosti lahko pridobimo z laboratorijskim merjenjem  $VO_2$  max, ki pa ni primerno za delo na terenu. Lahko pa jo ocenimo z različnimi testi. Na podlagi rezultatov, pridobljenih s testi, glede na priporočila izračunamo približek  $VO_2$  max. Testi lahko služijo tudi za oblikovanje normativnih vrednosti. V tem primeru rezultat posameznika primerjamo z vrednostjo rezultatov populacije.

Nacionalni inštitut za javno zdravje (Test telesne pripravljenosti, 2015) je za ocenjevanje telesnih značilnosti in gibalnih ter funkcionalnih sposobnosti starostnikov opredelil naslednje teste:

- merjenje telesni višine;
- merjenje telesne mase;
- izračun indeksa telesne mase (ITM);
- vstajanje s stola (30 s);
- upogib komolca (Biceps test);
- doseg sede;
- test praskanja hrbta;
- časovno merjeni vstani in pojdi (2,4 m) test;
- 6-minutni test hoje;
- 2-minutni test stopanja na mestu.

Testa vstajanje s stola (30 s) in upogib komolca sta testa moči. Vstajanje s stola (30 s) ocenjuje mišično zmogljivost in vzdržljivost nog, upogib komolca pa zmogljivost in vzdržljivost mišic zgornjega uda (Test telesne pripravljenosti, 2015). Jakovljevič idr., (2006) med teste, primerne za merjenje moči starostnikov na terenu, dodajajo še test zmogljivosti prijema roke, ki se izvaja z ročnim dinamometrom.

Testa doseg sede in praskanje hrbta ocenjujeta gibljivost. Doseg sede ocenjuje gibljivost spodnjega dela telesa, test praskanja pa gibljivost ramenskega sklepa (Test telesne pripravljenosti, 2015). Podoben testu dosega sede je test predklona sede. Le-ta za razliko od prvega poleg zadnjih stegenskih mišic meri tudi gibljivost hrbtenice v ledvenem in prsnem delu. Jakovljevič idr. (2015) med teste, primerne za terensko testiranje starostnikov, navajajo še: test za gibljivost zadnjih mišic goleni leže na hrbtu pri pokrčenem in iztegnjenem kolenu, meritev dorzalne fleksije v zgornjem skočnem sklepu v leži na hrbtu z goniometrom, test gibljivost upogibalk kolka z gravitacijskim goniometrom leže na hrbtu, merjenje gibljivosti vratnega dela hrbtenice z gravitacijskim goniometrom, ocenjevanje gibljivosti prsno-ledvenega dela hrbtenice leže na hrbtu in zasukom ramen.

6-minutni test hoje in 2-minutni test stopanja se uporabljata za ocenjevanje kardiorespiratorne zmogljivosti (Test telesne pripravljenosti, 2015). Če preiskovanci niso sposobni izvesti teh dveh testov, se lahko uporabi vprašalnik o kardiorespiratorni zmogljivosti (Jakovljevič idr., 2006).

Časovno merjeni test vstani in pojdi ocenjuje koordinacijo, hitrost in dinamično ravnotežje (Test telesne pripravljenosti, 2015), kar označujemo pod izrazom mobilnost, ki je velik

pokazatelj samostojnosti in kvalitete življenja starostnikov. Za starostnike, ki niso sposobni hoditi, so primerni funkcijski doseg sede in vzdržljivost pri sedenju ter prvi del Bergove lestvice (Jakovljevič idr., 2006).

Bergova lestvica (Berg Balance Scale, 2016) je sestavljena iz 14-ih nalog, in sicer iz:

1. vstajanja;
2. stoje brez opore;
3. sedenja brez opore;
4. sedenja;
5. presedanja;
6. stoje z zaprtimi očmi;
7. stoje s stopali skupaj;
8. dosega naprej v predročenu;
9. pobiranja predmeta s tal;
10. oziranja nazaj preko levega in desnega ramena stoje;
11. obračanja za 360 stopinj;
12. izmeničnega polaganja noge na stopnico ali pručko;
13. stoje – stopalo pred stopalom;
14. stoje na eni nogi.

Glede na izvedbo posamezne naloge lahko testiranec dobi od 0 do 4 točke. Torej maksimalno 56 točk. Če testiranec dosega 20 točk ali manj, je pri njem prisotno visoko tveganje za padec. Rezultat 21–40 predstavlja srednje tveganje za padec, rezultat nad 41 pa majhno tveganje za padec. Pri starostnikih, ki imajo gibalne in funkcionalne sposobnosti na relativno visokem nivoju, je za oceno ravnotežja primernejša Fullertonova lestvica za napredno ocenjevanje ravnotežja. Vključuje težje naloge statičnega in dinamičnega ravnotežja (Mohorič, 2009). Pokazatelj tveganja za padce je tudi preprost test stoje na eni nogi. Rezultat pod 5 sekundami predstavlja visoko tveganje za padce, nad 30 sekundami pa nizko (Mohorič, 2009). Nekoliko težji test je Storkov test ravnotežja. Pri tej različici je določen tudi položaj nestojne noge, ki je skrčena odnožena s stopalom ob kolenu. Test bo še težji, če mora testiranec s stojno nogo izvesti vzpon na prste (Stork Balance Stand Test, 2016).

## **1.5. SLADKORNA BOLEZEN IN TELESNA AKTIVNOST**

Telesna aktivnost vsakemu sladkornemu bolniku prinaša določene koristi, vendar mora pravilno načrtovati vnos hrane in zdravil ter sprotno spremljati koncentracijo krvnega sladkorja, če želi, da bo vadba varna. Telesna aktivnost ima naslednje pozitivne učinke:

- izboljšuje glikemično kontrolo pri bolnikih s SB 2;
- izboljša občutljivost na inzulin, kar privede do zmanjšanja uporabe zdravil (inzulina, tablet);
- ob pravilni prehrani zmanjšuje delež telesne maščobe, kar prav tako izboljšuje občutljivost na inzulin;
- zmanjšuje tveganje za nastanek kardiovaskularnih bolezni;
- preprečuje nastanek SB 2 (Guyton Hornsby in Albright, 2009).

Sladkorni bolniki naj izvajajo aerobno aktivnost trikrat na teden, med posameznimi vadbenimi enotama pa naj ne bo več kot dva dni premora. Intenzivnost naj poteka na 40 do 60

% VO<sub>2</sub> max, vendar pa višja intenzivnost prinaša večje koristi; prav tako intenzivnost v primerjavi z volumnom daje boljše rezultate. Zato je pri sladkornih bolnikih, ki se že poslužujejo zmerno intenzivne vadbe, smiselno dvigniti intenzivnost, saj bodo imeli več koristi pri kontroli krvnega sladkorja in izboljšanju kardiovaskularnega stanja. Posluževati se morajo vsaj 150 min zmerno intenzivne ali intenzivne aerobne vadbe na teden, posamezna vadbena enota pa mora trajati vsaj 10 min (Colberg idr., 2010).

Večina sladkornih bolnikov bo imela koristi, če bo vadila na 40 do 70 % VO<sub>2</sub> max, nižja intenzivnost pa se priporoča, če so prisotni zapleti sladkorne bolezni ali če bolezen traja že dolgo časa. Subjektivna ocena napora, ki se določa z različnimi lestvicami (npr. Borgova lestvica), je primerna za določanje intenzivnosti pri bolnikih z avtonomno nevropatijo. Za doseg ciljev: povečanje aerobne kapacitete, časa do izčrpanosti in delovne kapacitete, izboljšanje odziva krvnega tlaka na telesno aktivnost, zmanjšanje tveganja za razvoj kardiovaskularnih bolezni, je potrebno izvajati aerobne aktivnosti 4 do 6 mesecev na intenzivnosti 50 do 80 % VO<sub>2</sub> max, 4- do 7-krat na teden, vadbena enota pa naj traja od 20 do 60 min. Vadba mora zajemati velike mišične skupine (Guyton Hornsby in Albright, 2009).

Pri določanju intenzivnosti vadbe moči se najpogosteje uporablja odstotek 1 RM (1-repetition maximum). 1 RM predstavlja največjo težo bremena, ki jo lahko vadeči dvigne zgolj z enkratno ponovitvijo, pri čemer mora biti tehnika izvajanja gibalne naloge pravilna. Če je vadeči sposoben pri potisku s prsmi na klopici opraviti šest ponovitev pri teži 80 kg in je pri tem popolnoma izmučen ter ni sposoben več nadaljevati, to predstavlja njegov 6 RM (Baechel in Earle, 2008).

Pri sladkornih bolnikih naj vadba moči poteka 2-krat na teden z vsaj enim dnevom premora v kombinaciji z zgoraj omenjeno aerobno vadbo. Vsaka vadbena enota naj bi vsebovala 5 do 10 vaj, ki zajamejo večje mišične skupine celotnega telesa. Na začetku naj bodo bremena nekoliko lažja, tako da bodo lahko vadeči izvedli 10 do 15 ponovitev blizu izčrpanosti. S progresijo pa naj v določenem času teža bremena povečajo, da bodo sposobni izvesti 8 do 10 ponovitev. Teža bremena na 75 do 80 % 1 RM je optimalna za izboljšanje moči in delovanje inzulina (Colberg, 2010). Guyton Hornsby in Albright (2009) dodajata, da je visoko intenzivna vadba moči primerna za bolnike, ki imajo dobro kontrolirano sladkorno bolezen.

Za izboljšanje maksimalnih amplitud gibov v izbranem sklepu naj vadba gibljivosti poteka 2- do 3-krat na teden 4–6 mesecev (Guyton Hornsby in Albright, 2009), vendar vadba gibljivosti ne predstavlja nadomestila za aerobno vadbo ali vadbo moči, vendar bo ob povečanju amplitud gibov bolnikom omogočila, da bodo lažje izvajali različne oblike telesne aktivnosti (Colberg idr., 2010).

Sladkorni bolniki imajo večje tveganje za padce kot ljudje brez sladkorne bolezni iste starosti (Morrison, Colberg, Mariano, Parson in Vinik, 2010). Zaradi tega se naj poslužujejo vadbe, ki bo ohranjala ali izboljšala njihovo ravnotežje, kar zahteva tudi izboljšanje gibljivosti (Colberg idr., 2010).

Bolniki s periferno nevropatijo, ki trenutno nimajo prisotnih razjed, se lahko poslužujejo aktivnosti, ki zmerno obremenjujejo stopala. Med aktivnostjo zaradi nošenja teže bremena oziroma lastne telesne teže ne sme prihajati do velikih pritiskov na stopala. Potrebno je, da si vsak dan pregledujejo noge in poskrbijo za ustrezno, udobno obutev. Intenzivnosti, kot so npr. zmerno intenzivna hoja, ne povzročajo nastanka novih ali ponovno nastalih razjed (Colberg idr., 2010).

Bolniki z diabetično avtonomno nevropatijo se morajo pred vadbo posvetovati z zdravnikom, ki jim vadbo odobri ali pa prepove. Določanje intenzivnosti vadbe pri teh bolnikih mora biti načrtovano na podlagi Karvonove metode, maksimalni srčni utrip mora biti izmerjen s testi in ne na osnovi s starostjo določenega srčnega utripa (Colberg idr., 2010).

Bolniki imajo velikokrat poleg sladkorne bolezni še povišan krvni pritisk – arterijsko hipertenzijo (Grubič, 2011). Zanje se priporoča aerobna vadba, ki naj poteka 30 do 45 min vsaj 3-krat na teden, boljše vse dni. Vadba lahko poteka na treh nivojih intenzivnosti: blaga – pod 40 %  $VO_2$  max, zmerna – 40 do 60 %  $VO_2$  max ali intenzivna – nad 60 %  $VO_2$  max. Vendar pa intenzivna vadba predstavlja tveganje za nastanek zapletov, kot sta nenadna srčna smrt in miokardni infarkt (Bulc, 2004).

Poleg tega, da lahko vadba nad 60 %  $VO_2$  max povzroči usodne zaplete, pa so Cl  roux, Feldman in Petrella (1999) ugotovili, da daje vadba med 45 in 60 %  $VO_2$  max boljše rezultate za dolgoročno znižanje tako sistoličnega kot diastoličnega tlaka in s tem predstavlja boljše nefarmakološko sredstvo zdravljenja. Poleg tega navajajo, da so za hipertonike primernejše ciklične aktivnosti (tek, kolesarjenje ...) v primerjavi z vadbe moči, v smislu dolgoročnega pozitivnega učinka. Aerobna vadba naj bi po njihovih priporočilih potekala 3- do 4-krat na teden, 50 do 60 min na vadbeno enoto.

Visoko intenzivna vadba moči, kjer je teža bremena 80 do 100 % 1 RM in se vadba izvaja do izčrpanosti, povzroča zelo visok dvig krvnega pritiska, medtem ko zmerno do nizko intenzivna vadba ne predstavlja tveganja. Zato pri bolnikih s kontrolirano arterijsko hipertenzijo vadba moči na intenzivnosti 40 do 60 % 1 RM s pravilnim dihanjem in izogibanju Valsalvaljevemu manevru ne predstavlja tveganja in je varna (Williams idr., 2007).

Za bolnike z arterijsko hipertenzijo se priporoča, da izvajajo krožni trening. Pri tem naj bo intenzivnost 60 do 80 % 1 RM, opravijo naj 1 serijo z 8 do 12 ponovitvami (Gordon, 2009). Izogibajo se naj maksimalnim bremenom in izometričnim kontrakcijam (Williams idr., 2007).

Oblikovanje programa vadbe pri sladkornih bolnikih mora biti individualizirano glede na urnik zdravil, ki jih jemlje bolnik, prisotnost in resnost zapletov, ciljev, ki jih želi doseči, in koristi, ki jih prinaša vadba. Bolniki brez prisotnosti zapletov in omejitev naj izvajajo aerobno vadbo in vadbo moči, s katero bodo vzdrževali ali izboljšali kardiorespiratorne sposobnosti, sestavo telesa, mišično moč in vzdržljivost. Bolniki, kateri jemljejo hipoglikemična zdravila, morajo posebno pozornost nameniti vnosu hrane. V splošnem ena ura aktivnosti zahteva dodatnih 15 g ogljikovih hidratov, ki jih morajo zaužiti pred ali po aktivnosti. Dodatno pa morajo zaužiti še 15 do 30 g ogljikovih hidratov vsako uro, če gre za intenzivno aktivnost ali le-ta traja dlje časa (več kot 60 min) (Hornsby in Albright, 2009).

Vadba je kontraindiktorna v naslednjih primerih:

- ob prisotnosti trenutne očesne krvavitve;
- če je bil bolnik nedavno deležen terapije zaradi retinopatije;
- ob prisotnosti bolezni ali infekcije;
- če je koncentracija krvnega sladkorja nad 13,9 mmol/l in so prisotni ketoni; pred začetkom vadbe je potrebno znižati koncentracijo krvnega sladkorja;



- če je koncentracija krvnega sladkorja nižja od 3,9 mmol/l, obstaja tveganje za nastanek hipoglikemije (Hornsby in Albright, 2009).

Sladkorni bolniki morajo upoštevati naslednje varnostne ukrepe, kadar izvajajo telesno aktivnost:

- pri sebi morajo imeti vir ogljikovih hidratov, ki ne vsebujejo maščob;
- uživati morajo dodatno tekočino pred, med in po aktivnosti;
- poskrbeti morajo za dobro in udobno obutev;
- po aktivnosti morajo preverjati stopala;
- pri sebi morajo imeti diabetično izkaznico (Hornsby in Albright, 2009).

### 1.5.1. SB 1 IN TELESNA AKTIVNOST

Bolniki s SB 1 za zdravljenje uporabljajo eksogeni inzulin. Odmerjanje pravih količin je zahtevno in v povezavi s telesno aktivnostjo lahko privede do pojavnosti hipoglikemije ali hiperglikemije. Včasih hipoglikemija nastopi v času 24 ur po dlje časa trajajoči intenzivni vadbi, kljub pravilno odmerjenemu eksogenemu inzulinu (Tonoli idr., 2012). Vzrok za to je že zgoraj omenjena občutljivost za inzulin. Poleg tega se v obdobju 24 ur polnijo zaloge porabljenega mišičnega glikogena (Baechel in Earle, 2008). To lahko povzroči večjo porabo krvnega sladkorja, kot ga proizvedejo jetra (Wilmore in Costill, 1999).

V študiji, ki so jo opravljali Yardley idr. (2013), so primerjali koncentracije krvnega sladkorja med in po vadbi moči ter po aerobni vadbi. Vadba moči je zajemala 7 vaj. Pri vsaki vaji so izvedli 3 serije po 8 RM. Aerobna vadba je trajala 45 min na intenzivnosti 60 % VO<sub>2</sub> max. Ugotovili so, da je med vadbo moči manjši padec krvnega sladkorja kot pri aerobni vadbi. Prav tako so vrednosti krvnega sladkorja v krajšem obdobju po vadbi moči bolj stabilne, v daljšem pa se nahajajo v bolj zdravih vrednostih, kar nakazuje na boljše dolgoročno glikemično kontrolo.

Med izvajanjem aerobnih aktivnosti predstavljajo glavni vir energije ogljikovi hidrati in maščobe. Kot vir ogljikovih hidratov služijo mišični glikogen in krvni sladkor. Z intenzivnostjo se povečuje delež mišičnega glikogena kot vira ogljikovih hidratov, hkrati pa se zmanjšuje delež porabe maščob. Če intenzivnost narašča še naprej, preidemo v anaerobno območje, energijo pa bodo zagotavljali laktatni energijski procesi, ki kot vir energije jemljejo mišični glikogen, kot stranski produkt pa nastaja laktat. Tako vadba moči, kjer je intenzivnost zelo visoka, povzroča nastanek laktata (Baechel in Earle, 2008).

Pomemben pa je tudi hormonski odziv glede na telesno aktivnost. Pri visoko intenzivnih aktivnostih, med katere npr. spadajo sprinti in vadba moči, se poveča koncentracija rastnega hormona in kateholaminov. Ti hormoni aktivirajo lipolizo in glikogenolizo (Kenny, Wilmore in Costill, 2012).

Zgoraj opisani mehanizmi porabe določenih goriv med vadbo moči v primerjavi z aerobno vadbo in hormonski odziv pri vadbi moči predstavljajo možno razlago za manjše znižanje koncentracije krvnega sladkorja med vadbo moči in ohranjanje bolj normalnih zdravih koncentracij po vadbi, ki ne vodijo v hipoglikemije. Yardley idr. (2013) še dodajajo, da zgoraj omenjeni stranski produkt laktat potencialno ublaži padec krvnega sladkorja pri vadbi moči, ker stimulira glukoneogenezo.

Vadbo moči in aerobno vadbo lahko izvajamo tudi v kombinaciji. Yardley idr. (2012) so v svoji raziskavi ugotavljali, kaj je boljše z vidika glikemične kontrole, izvajati vadbo moči pred ali po aerobni vadbi. Pri tem je aerobna vadba predstavljala 45 minut teka pri 60 % VO<sub>2</sub> max, vadba moči pa tri serije po 8 RM za sedem vaj. Če so posamezniki s SB 1 nagnjeni k hipoglikemijam zaradi vpliva vadbe, je zanje boljše, da izvajajo vadbo moči predhodno. To bo povzročilo manjši padec krvnega sladkorja pri aerobni vadbi, ki bo sledila. Vadeči bodo primorani zaužiti manjšo količino virov glukoze kot sicer. Zmanjšalo se bo tudi trajanje in resnost hipoglikemije, ki bi lahko nastopila po vadbi, ter resnost nočne hipoglikemije. Nastanek hipoglikemije po aerobni vadbi lahko preprečimo, če med samo vadbo izvedemo posamezne visoko intenzivne intervale, kot so na primer šprinti. (Tonoli idr., 2012).

Kronično glikemično kontrolo izboljšuje aerobna vadba. Tudi vadba moči in kombinirana vadba kažeta tendenco izboljšanja kronične glikemične kontrole, vendar je zaenkrat opravljenih še premalo raziskav, da bi to postalo statistično značilno (Tonoli idr., 2012). Glikemična kontrola med vadbo zelo variira od posameznika do posameznika s SB 1. Zato naj bi se kronična glikemična kontrola izboljšala predvsem pri tistih, ki niso nagnjeni k hipoglikemijam (Kenny, Wilmore in Costill, 2012).

Tudi če telesna aktivnost glikemične kontrole ne bo izboljšala, bo imela za bolnike druge koristi. Zmanjša lahko tveganje za nastanek koronarne arterijske bolezni, cerebrovaskularne bolezni in periferne arterijske bolezni (Kenny, Wilmore in Costill, 2012).

Poleg tipa in zaporedja izbora vadb je za izognitev hipoglikemije potrebno upoštevati tudi druge ukrepe. Če je koncentracija krvnega sladkorja manjša od 5,5 mmol/l, potem je potrebno zaužiti dodatne ogljikove hidrate in počakati, da vrednosti narastejo (Guyton Hornsby in Albright, 2009). Zaužilo naj bi se do 15 g ogljikovih hidratov, vendar je ta vrednost odvisna od količine injeciranega inzulina, intenzivnosti in trajanja vadbe. Pred izvajanjem kratke intenzivne vadbe je potrebno zaužiti manj ali nič dodatnih ogljikovih hidratov (Colberg idr., 2010).

Kot smo že omenili v tem poglavju visoko intenzivna vadba, kot vir energije uporablja mišični glikogen. Po takšni vadbi se njegove rezerve v delujočih mišicah obnavljajo. Colberg idr. (2010) navajajo, da je po takšnih visoko intenzivnih in izčrpajočih vadbah potrebno zaužiti od 5 g do 30 g ogljikovih hidratov med vadbo in v času 30 min po vadbi.

Potrebno je tudi zmanjšati količine eksogenega inzulina. Za bolnike, ki ne uporabljajo inzulinske črpalke in si injecirajo različne vrste inzulina, Drustine ter Moore (2003) navajata naslednja priporočila:

- količino srednje delujočega inzulina je potrebno zmanjšati za 30 do 35 %;
- pri kombinaciji srednje in kratko delujočega je potrebno izpustiti dozo kratkodelujočega inzulina;
- pri uporabi večkratnih doz kratkodelujočega inzulina je potrebno zmanjšati količino pred vadbo 30 do 50 % in dodatno zaužiti ogljikove hidrate.

Bolniki, ki uporabljajo inzulinske črpalke, naj pred vadbo dodatni bonus, namenjen obroku, zmanjšajo 20 % do 50 % in izključijo bazalni inzulin med vadbo. Po vadbi naj bazalni inzulin zmanjšajo za 25 % (Guyton Hornsby in Albright, 2009).

Za preprečevanje hipoglikemije pri aerobni vadbi je pred njo mogoče zaužiti 75 g ogljikovih hidratov z nizkim glikemičnim indeksom in zmanjšati količino kratkodelujočega inzulina za 75 %. Zmanjšala se bo oksidacija ogljikovih hidratov in povečala se bo oksidacija maščob (West idr., 2011).

### 1.5.2. SB 2 IN TELESNA AKTIVNOST

Prepustnost membrane za glukozo se povečuje z mišično kontrakcijo. Akutni učinki vadbe tako zmanjšajo inzulinsko rezistenco in povečajo občutljivost celic na inzulin. Zato redna telesna vadba predstavlja pomembno vlogo pri zdravljenju SB 2 in pri kontroli krvnega sladkorja (Wilmore in Costill, 1999). Akutni učinki telesne aktivnosti na delovanje inzulina, ki se kažejo v znižanju krvnega sladkorja, trajajo od 2 h do 72 h, odvisno od trajanja, intenzivnosti in vrste vadbe ter od kontrole krvnega sladkorja pred vadbo (Colberg idr., 2010). Z eno vadbeno enoto dosežemo zgoraj opisane akutne učinke telesne aktivnosti, ki znižujejo krvni sladkor. Sama urejenost sladkorne bolezni oziroma glikemična kontrola pa je odvisna od povprečnih vrednosti krvnega sladkorja v daljšem obdobju. Te vrednosti se merijo z glikoliziranim hemoglobinom A<sub>1C</sub> (HbA<sub>1C</sub>), ki pokaže povprečne vrednosti za zadnja 2 do 3 mesece. (Kaj je glikirani hemoglobin, 2016). Normalna vrednost HbA<sub>1C</sub> znaša 6,5 %. Če je ta vrednost višja, potem je sladkorna bolezen slabo nadzorovana (Določanje vrednosti hemoglobina HbA<sub>1C</sub>, 2016).

Aerobna vadba na intenzivnosti 50 do 80 % VO<sub>2</sub> max, ki traja 30 do 60 min 3- do 4-krat tedensko, izboljša presnovo ogljikovih hidratov in občutljivost na inzulin. Glikemična kontrola pa se pri bolnikih izboljša za 10 do 20 % (Vrtovec, 2006).

Dunstan idr. (2002) so ugotavljali vpliv visokointenzivne vadbe moči na glikemično kontrolo pri starejših bolnikih s SB 2, ki so bili telesno neaktivni. Vadba moči je zajemala celotno telo z devetimi vajami in se je izvajala 3-krat tedensko. Pri vsaki vaji se je izvajalo 3 serije po 8 do 10 ponovitev. Po uvajalnem obdobju so dosegli intenzivnost 75 do 85 % 1RM. Pri tej raziskavi je bil izključen vpliv prehrane, saj je tako intervencijska kot kontrolna skupina izvajala program za izgubo telesne teže, ki je bil osnovan na pravilni prehrani. Po šestih mesecih se je vrednost HbA<sub>1C</sub> pri intervencijski skupini zmanjšala za  $1.2 \pm 0.9$  %,  $P < 0.01$ , medtem ko pri kontrolni skupini ni prišlo do sprememb. Prav tako so v intervencijski skupini izboljšali koncentracijo krvnega sladkorja na tešče (1,4 mmol/l). Izboljšala se je moč zgornjega dela telesa za 41,7 % in spodnjega dela telesa za 28 %, povečala se je tudi pusta telesna masa. Izsledki raziskave so pokazali, da vadba moči z značilnostmi vadbe hipertrofije, poleg izboljšane glikemične kontrole, pozitivno vpliva na povečanje mišične mase in moči, ki je pri starostnikih velikega pomena.

Tudi Ibanez idr. (2005) so ugotavljali vpliv vadbe moči na različne spremenljivke pri moških bolnikih z novo odkrito SB 2, ki so bili starejši od 60 let. Vadba je imela spremenljivke, ki predstavljajo vadbo hipertrofije. Progresija je bila oblikovana tako, da so po osmih tednih intenzivnost iz 50 do 70 % 1 RM povečali na 70 do 80 %, pri tem pa so zmanjšali število ponovitev znotraj serije. Za razliko od Dunstana idr. (2002) so del vadbe namenili tudi vadbi hitre moči. Pri tem so zmanjšali intenzivnost na 30 do 50 % 1 RM in število ponovitev na 6 do 8. Izvedba giba pa je bila maksimalno hitra. Po 16-ih tednih programa vadbe se je pomembno zmanjšala abdominalna maščoba. Znižala se je koncentracija krvnega sladkorja na tešče za 7,1 % in izboljšala se je občutljivost na inzulin. Povečala se je moč zgornjega dela telesa za 18,2 % in spodnjega dela za 17,1 %.

Kakšen vpliv ima aerobna vadba v primerjavi z vadbo moči na bolnike s sladkorno SB 2, so preučevali Moe, Augestad, Asvold in Flanders (2011). Program vadbe, ki je trajal 12 tednov, je pokazal, da tako vadba moči kot aerobna vadba dajeta podobne rezultate pri zmanjšanju vrednosti HbA<sub>1C</sub> in sta tako obe enako pomembni za izboljšanje glikemične kontrole.

Kot smo že omenili, se velikokrat aerobna vadba in vadba moči izvajata kombinirano (kombiniran način vadbe). Tan, Li in Wang (2012) so ugotavljali vpliv kombiniranega načina vadbe pri starejših bolnikih s SB 2. V primerjavi z zgoraj omenjenimi programi vadbe moči je bil pri njihovem načinu nekoliko manj obsežen: 5 vaj, 2 seriji, 10–12 ponovitev, 50 do 70 % 1 RM, saj so predhodno testiranci 30 min tekli na intenzivnosti 55 do 70 % predvidenega maksimalnega srčnega utripa. Tako so v tej raziskavi testiranci v primerjavi z zgoraj opisanimi vadili približno enako dolgo, na podobni intenzivnosti. Po šestih mesecih se je vrednost HbA<sub>1C</sub> znižala s 6,69 % na 6,14 %. Vrednost krvnega sladkorja na tešče za 0,66 mmol/l in 2 uri po oralno glukoznem tolerančnem testu za 4 mmol/l.

Kadar se primerja vpliv kombinirane vadbe in aerobne vadbe ter vadbe moči vsako zase, daje kombiniran način boljše rezultate v izboljšanju glikemične kontrole. Pri tem se aerobna vadba izvaja v območju med 60 in 75 % maksimalnega srčnega utripa 45 min, vadba moči pa na 70 do 85 % 1 RM z značilnostmi hipertrofije. Pri kombinirani vadbi parametri obeh vadb ostanejo isti (Sigal idr., 2007). Kadar se pri kombinirani vadbi volumen aerobne vadbe in vadbe moči zmanjša v primerjavi z izvajanjem vsake vadbe posebej, vrednosti HbA<sub>1C</sub> prav tako dajejo boljše rezultate v korist kombiniranega načina (Yavari, Najafipoor, Aliasgarzadeh, Niafar in Mobasseri, 2012).

Kadar je zunanja sila večja od sile, ki jo razvije mišica, in se mišični pripoji oddaljujejo, gre za ekscentričen tip mišične kontrakcije. Metode, ki se uporabljajo pri vadbi moči, so lahko tako ekscentrične (Ušaj, 2003). Učinke kombinirane aerobne vadbe z ekscentrično vadbo moči, ki je potekala na ekscentričnem steperju, v primerjavi z aerobno vadbo samo na bolnike s SB 2, so ugotavljali Marcus idr. (2008). Ekscentrična vadba se je izvajala v določenem časovnem okviru s progresijo do 20 min. Pri takem načinu je intenzivnost vadbe moči manjša kot pri zgoraj omenjenih kombiniranih načinih vadbe. V tem primeru je šlo za vadbo vzdržljivosti v moči (Ušaj, 2003). Zato so najverjetneje v tej raziskavi ugotovili, da sta tako aerobna vadba kot kombinirana ekscentrična vadba moči z aerobno vadbo sicer znižali HbA<sub>1C</sub> in s tem izboljšali glikemično kontrolo, vendar med skupinama ni bilo statistično pomembnih razlik.

### **1.5.3. SLADKORNA BOLEZEN, RAVNOTEŽJE IN GIBLJIVOST**

Morrison, Colberg, Mariano, Parson in Vinik (2010) so raziskovali ravnotežje pri bolnikih s SB 2. V primerjavi z nediabetiki so doživeli več padcev. Imajo večje tveganje za padce, ki je bilo ocenjeno na podlagi vida, proprioceptije, občutka za pritisk, moči nog, kontrole drže in kognitivnih sposobnosti. Prav tako se pri njih tveganje za padce povečuje s starostjo. Imajo tudi slabši reakcijski čas. Po 6-tedenskem programu, kjer so izvajali vadbo za ravnotežje in vadbo moči na trenažerjih, so izboljšali moč nog, reakcijski čas, kontrolo drže in s tem posledično zmanjšali tveganje za padce.

Allet idr. (2010) so preučevali učinke vadbe na hojo in ravnotežje pri sladkornih bolnikih. Program vadbe je potekal dvakrat na teden po 60 min 12 tednov. Glavni del vadbene enote je vseboval krožno vadbo, ki je bila sestavljena iz desetih nalog. En sklop je bil sestavljen iz

nalog statičnega ravnotežja in hoje (različne vrste hoje), drugi del pa je zajemal funkcionalno vadbo moči in naloge vzdržljivosti. Vsaka naloga se je izvajala dvakrat po 1 min. Po zaključenem programu vadbe so rezultati pokazali naslednje: izboljšala se je mobilnost, statično in dinamično ravnotežje, moč kolčnega sklepa, moč plantarne fleksije skočnega sklepa in gibljivost upogibalk kolka, povečala se je hitrost hoje.

Ljudje s periferno nevropatijo imajo 5-krat slabšo zaznavanje položaja gležnja kot ljudje brez periferne nevropatije. Kot rezultat, zaradi slabše propriocepcije, težje zaznavajo spremembe na površini, po kateri se gibljejo, slabše zaznavajo odklone težišča telesa in imajo zaradi tega večje tveganje za padce (Van den Bosch, Gilsing, Lee, Richardson in Ashton-Miller, 1995). Periferna nevropatija predstavlja enega od kroničnih zapletov sladkorne bolezni (Medvešček, 1987). Ženske, ki imajo sladkorno bolezen in periferno nevropatijo, so sposobne razviti manjši navor v gležnju in zato težje vzpostavijo ravnotežni položaj pri odklonih težišča (Gutierrez, Helber, Dealva, Ashton-Miller in Richardson, 2001).

Richardson, Sandman in Vela (2001) so ugotavljali vpliv specifične vadbe na ravnotežje pri sladkornih bolnikih s periferno nevropatijo. Program vadbe je potekal vsak dan v obdobju treh tednov. Testiranci so najprej izvajali bilateralne različice naslednjih vaj: vzpon na prste, stoja na petah, stoja na zunanjem delu stopala (inverzija), stoja na notranjem delu stopala (everzija). Nato so se vse te vaje izvedli še unilateralno. Način izvedbe vseh vaj je bil miksimalno hiter. Dodali so se še počepi z oporo hrbtno na steni za krepitev iztegovalk nog ter stoja na eni nogi. Po končanem programu vadbe so preizkušanci statistično pomembno izboljšali rezultate pri tandemski stoji, funkcijskem dosegu in stoji na eni nogi.

Tudi Song, Petrofsky, Lee, Lee in Yim (2011) so preučevali vpliv vadbe ravnotežja pri sladkornih bolnikih z diabetično nevropatijo, ki je potekala osem tednov dvakrat tedensko. Bolniki so zmanjšali odklone pri stoji, izboljšala se je stoja na eni nogi, dinamična komponenta bergove lestvice, funkcijski test dosega, časovno merjeni vstani in pojdi ter čas na 10 m hoje. Vsi rezultati testov so bili statistično značilni.

Herriott, Colberg, Parson, Nunnold in Vinik (2004) so preučevali vpliv kombinacije vadbe moči in vadbe gibljivosti pri bolnikih s SB 2. Testiranci so na vsaki vadbeni enoti najprej izvedli 8 vaj moči, vsako 3 serije po 8 do 12 ponovitev. Skozi celoten program so intenzivnost povečali iz 50 na 70 % 1 RM. Po zaključeni vadbi moči so izvedli statično raztezanje za glavne mišične skupine nog, prsi in ramen. Pri tem so statičen položaj zadrževali od 10 do 30 sekund. Program vadbe je potekal 3-krat na teden osem tednov. Enakega programa vadbe so bila deležna skupina sladkornih bolnikov in ljudi brez sladkorne bolezni. Rezultati so pokazali, da sta obe skupini izboljšali gibljivost spodnjega dela telesa in hrbtenice, vendar je skupina sladkornih bolnikov dosegla boljše rezultate in edina statistično pomembno izboljšala gibljivost spodnjega dela telesa.

## **1.6. PROBLEM, CILJI IN HIPOTEZE**

Odsotnost redne telesne aktivnosti kot komponente zdravega življenjskega sloga predstavlja enega izmed dejavnikov nastanka sladkorne bolezni (10 facts on noncommunicable diseases, 2013) po drugi strani pa ob pojavu sladkorne bolezni ali stanja prediabetesa predstavlja nefarmakološko sredstvo zdravljenja (Karpljuk idr., 2004).

S starostjo se zaradi sarkopenije poslabša delovanje mišičnega sistema. Poslabša se delovanje vizualnega in vestibularnega sistema, zmanjša se občutljivost na dotik (Rogers in Page, b.d) in poslabša se delovanje proprioceptorjev (Rose, 2003). Zaradi teh dejavnikov pri starejših upada stopnja sposobnosti ravnotežja. S starostjo pa se zmanjšujeta tudi aktivna in pasivna gibljivost (Shepard, 1997).

Večina raziskav, opravljenih s sladkornimi bolniki, preverja vplive vadbe moči in aerobne vadbe na dolgotrajno glikemično kontrolo, na izboljšanje maksimalne moči (% 1RM) in stopnje vzdržljivosti ( $VO_2$  max). Večina raziskav vadbo moči izvaja na trenažerjih, ki imajo z vidika funkcionalnosti gibanja drugačne značilnosti. Pri vadbi na trenažerjih mišice ali mišične skupine, ki jih želimo krepiti, izoliramo. Prav tako imamo več opornih točk. Zaradi teh dveh razlogov izključimo delovanje in obenem krepitev statičnih ter dinamičnih stabilizatorjev, ki nam bodo v realnih situacijah v vsakdanjem življenju omogočili izvedbo giba. Na temo vpliva specifične vadbe na ravnotežje sladkornih bolnikov z diabetično nevropatijo so raziskovali Richardson idr. (2001) in Song idr. (2011). Vpliv vadbe ravnotežja v kombinaciji z vadbo moči pa so raziskovali Morrison idr. (2010) in Allet idr. (2010). Allet idr. so program vadbe organizirali v obliko obhodne vadbe, kamor so vključili funkcionalno vadbo moči. S področja gibljivosti sladkornih bolnikov je opravljena le raziskava Herriota idr. (2004), kjer so preverjali vpliv kombinacije vadbe moči in vadbe gibljivosti na gibljivost.

Ker ima večina bolnikov SB 2 in le-ti obolevajo v srednjih ter poznih letih in imajo zaradi posledic staranja oslABLJENO ravnotežje in gibljivost, je cilj našega magistrskega dela ugotoviti vpliv 8-tedenskega programa vadbe v fitnesu za sladkorne bolnike na njihovo ravnotežje in gibljivost. Iz zastavljenega cilja smo oblikovali naslednji hipotezi:

H 1: 8-tedenski program vadbe v fitnesu bo izboljšal gibljivost sladkornih bolnikov.

H 2: 8-tedenski program vadbe v fitnesu bo izboljšal ravnotežje pri sladkornih bolnikih.

## 2. METODE DE LA

### 2.1. PREIZKUŠANCI

V raziskavo je bilo vključenih 12 sladkornih bolnikov, od tega 11 žensk in 1 moški. Vsi so člani Društva diabetikov Ljubljana. Sodelovali so prostovoljno, magistrsko dela pa je bilo odobreno s strani etične komisije za šport.

### 2.2. PRIPOMOČKI

V raziskavi smo za ugotavljanje nivoja gibalnih sposobnosti uporabili 4 teste, in sicer:

- predklon sede (Tabela 2, Slika 1, Slika 2);
- stisk dlani (Tabela 3, Slika 3);
- Storkov test (Tabela 4, Slika 4);
- vstajanje s stola (Tabela 5, Slika 5, Slika 6).

Tabela 2:

*Test predklon sede (Modified Sit and Reach Test, 2016)*

|                   |   |
|-------------------|---|
| Namen             | Ocena gibljivosti spodnjega dela telesa.  |
| Oprema            | Merilna miza z merilom.   |
| Naloga            | Sedi sonožno na tleh, predročenje navzdol, dlani stegnjene, dorzalna fleksija, stopala naslonjena na merilno mizo.<br>Merjenec s stegnjenimi nogami naredi predklon trupa in zadrži končni položaj. Test se izvede 2-krat.  |
| Navodilo merjencu | Test izvajajo bos. Pred testom (skupaj z nazorno demonstracijo) damo naslednje navodilo: »Sedite na tla tako, da bodo vaše noge stegnjene in skupaj. S stopali se naslonite na merilno mizo. Naredite predklon trupa s stegnjenimi rokami in dlanmi ter poskusite doseči največji možni končni položaj predklona in ga zadržite 2 sekundi. Dlani naj bodo popolnoma stegnjene. Test ponovite 2-krat.« |
| Napake            | Merjenec pokrči nogi. Merjenec gib izvede sunkovito in ga ne zadrži 2 sekundi v končnem položaju. Merjenec potisne eno roko dlje kot drugo.   |
| Cilj              | Največja amplituda predklona.   |
| Rezultat          | Doseženi centimetri na merilu merilne mize.   |



Slika 1: Začetni položaj pri testu predklonu sede.



Slika 2: Končni položaj pri testu predklon sede.

Tabela 3:

*Test stiska dlani (Roberts idr., 2011)*

|                   |  |
|-------------------|--|
| Namen             | Merjenje moči stiska dlani.  |
| Oprema            | Ročni dinamometer.   |
| Naloga            | Merjenec stoji. V dlani v srednjem položaju zapestja drži dinamometer. Nadlahtnica je ob telesu, komolec ima v položaju 90°. Naloga merjenca je, da maksimalno izometrično stisne dlan, v kateri drži dinamometer, in zadrži 5 sekund. Test ponovi 3-krat na vsaki roki. |
| Navodilo merjencu | »Poskušajte počasi (ne eksplozivno) maksimalno stisniti dinamometer in ga zadržati 5 sekund. Začnite na znak: Pozor, zdaj!«  |
| Napake            | Merjenec nima pravega kota v komolcu. Merjenec premika roko iz zahtevanega položaja.   |
| Cilj              | Maksimalen stisk dlani.  |
| Rezultat          | Maksimalna sila stiska roke v kilogramih. Rezultat se označi posebej za levo in desno roko.  |





Slika 3: Test stiska dlani.



Slika 4: Storkov test.

Tabela 4:

*Storkov test (Stork Balance Stand Test, 2015)*

|                   |   |
|-------------------|---|
| Namen             | Ocena sposobnosti ohranjanja ravnotežnega položaja.   |
| Oprema            | Nedrseča podlaga, štoparica.  |
| Naloga            | Stoja na eni nogi, odnoženo upognjeno, stopalo naslonjeno na notranjo stran kolena, roke v bok.<br>Merjenec poskuša v opisanem položaju vztrajati čim dlje časa. Največji možni rezultat je 50 sekund. Čas na štoparici začne teči, ko merjenec zavzame pravilen položaj. Nalogo ponovi 2-krat na levi in 2-krat na desni nogi. |
| Navodilo merjencu | Skupaj z nazorno demonstracijo damo naslednje navodilo: »V opisanem položaju vztrajajte čim dlje časa. Največji rezultat pri testu pa je 50 sekund. Začnite, ko boste pripravljeni.«  |
| Napake            | Roke gredo stran od bokov. Stojna noga se premakne. Nestojna noga zgubi stik s kolenom.   |
| Cilj              | Čim dlje časa ohraniti ravnotežni položaj.  |
| Rezultat          | Čas v sekundah. Upošteva se boljši rezultat.  |

Tabela 5:

*Test vstajanja s stola (Test telesne pripravljenosti, 2015)*

---

|                   |   |
|-------------------|---|
| Namen             | Ocena repetativne moči spodnjega dela telesa.   |
| Oprema            | Štoparica, stol z ravnim naslonjalom in brez opore za roke ter višino sedalnega dela 43,18 cm.  |
| Naloga            | Sedi na sredini stola. Roke so prekrižane v zapestju in prislonjene na prsi. Noge so s celimi stopali na tleh in v širini ramen. Merjenec vstane do vzravnane stoji in se ponovno usede na stol.  |
| Navodilo merjencu | Skupaj z demonstracijo merjencu damo naslednja navodila. »Usedite se tako, da boste s hrbtom naslonjeni na naslonjalo stola. Roke prekrižajte pred prsmi in dlani naslonite na rame, stopala naj se v celoti dotikajo tal in naj bodo v širini ramen. Na povelje zdaj, se vstanete v pokončni položaj, nato se usedete nazaj in zopet vstanete ... Vstajanje in usedanje boste ponavljali 30 s in v tem času naredite največje število ponovitev. |
| Napake            | Merjenec se vstane s pomočjo rok.   |
| Cilj              | V 30 s se čim večkrat vstati in usesti.   |
| Rezultat          | Število vzravnanih stoj. Če v zadnji sekundi merjenec naredi več kot polovico vstajanja, se šteje za celo ponovitev. Test se izvede samo enkrat.  |

---



Slika 5: Sedenje pri testu vstajanja s stola.



Slika 6: Vzravnana stoji pri testu vstajanja s stola.

Za izvedbo testa stiska dlani smo uporabili dinamometer Jamar, proizvajalca Patterson medical. Pri testu predklona sede smo uporabili leseno merilno mizo z merilom, ki je imelo izhodišče pri 15 cm. Pri testu vstajanja s stola smo uporabili stol z ravnim naslonjalom in brez opore za roke ter višino sedalnega dela 43,18 cm in štoparico Atech SW 328. Enako štoparico smo uporabili tudi pri Storkovem testu. Za ugotavljanje telesne teže in višine smo uporabili tehtnico z višinomerom SECA.

Vsak vadeči je pred začetkom prvega testiranja izpolnil vprašalnik z naslednjimi vprašanji:

1. Spol: Ž M
2. Starost: \_\_\_\_\_
3. Katero vrsto diabetesa imate?  
Tip 1                      Tip 2                      Drugo vrsto: \_\_\_\_\_
4. Imate poleg diabetesa še kakšne druge zdravstvene težave?
5. Ali te težave vplivajo na izvajanje športne vadbe?
6. Ali se redno ukvarjate s športno vadbo?  
NE      DA
7. Če se, kako pogosto?
8. Kako se ukvarjate s športno vadbo?
  1. Sam.
  2. S prijatelji.
  3. V vadbeni skupini pod vodstvom.
  4. Drugo:

## 2.3. POSTOPEK

Meritve gibalnih in morfoloških značilnosti smo opravili 3-krat. Prvič smo jih izvedli 1. 7. 2015. Druge meritve smo izvedli 2. 9. 2015. V času med 1. in 2. meritvijo so merjenci opravljali svoje vsakodnevne rutine. Merjencev nismo izpostavljali vplivom protokola vadbe, saj smo s tem dosegli, da so merjenci sami sebi hkrati predstavljali tudi kontrolno skupino. Na ta način nam je druga meritev služila kot končna meritev kontrolne skupine in začetna meritev pred izvedbo protokola vadbe. Po drugi meritvi smo začeli izvajati 8-tedenski program vadbe v fitnesu, dvakrat na teden. Preizkušanci so imeli na voljo 3 termine na teden, udeležili pa so se dveh. Tako je zanje vadba potekala 2-krat tedensko. Končno, 3. meritev, smo izvedli 3. 11. 2015. Meritve in protokol vadbe smo izvajali v fitnes sobi pod bazenom na Fakulteti za šport. Podatke smo statistično obdelali v programu IBM SPSS Statistic, verzija 20.0. Izračunali smo osnovne statistične parametre, dosežene pri posameznih testih na vseh treh testiranjih. Z analizo variance za ponovljene meritve smo ugotovili, ali obstajajo statistično značilne razlike med testiranjimi. Nato smo opravili še t-teste za odvisne vzorce, da smo ugotovili, med katerimi pari testiranj je prišlo do statistično značilnih razlik. Kjer pri analizi variance za ponovljene meritve ni bila zagotovljena predpostavka o sferičnosti, smo uporabili Greenhouse-Geisser popravek za spremembno stopinj prostosti.

### 2.3.1 VADBA

Vadba je bila sestavljena iz 4 delov. Uvodni pripravljalni del je bil sestavljen iz dinamičnih gimnastičnih vaj in je trajal od 8 do 10 min. Dinamične gimnastične vaje za zgornji del telesa so izvajali med korakanjem na mestu. Sledila je vadba ravnotežja, ki je trajala 10 min. Za tem

je sledila vadba moči. V zaključnem delu, ki je trajal 15 min, so vadeči izvajali raztezne gimnastične vaje.

Vadba ravnotežja je bila sestavljena iz 5 vaj, v 5. tednu pa smo dodali še eno vajo (6. vajo). Glede na to, kako so bili vadeči sposobni izvajati vaje, so se le-te nadgrajevale ali pa se je podaljšal čas izvajanja in število serij. Vsi vadeči znotraj iste vadbene enote niso izvajali enake težavnosti vaj, ampak se je izbor prilagodil posameznikovi sposobnosti izvedbe določene vaje. Ko so vadeči osvojili določeno težavnostno stopnjo vaje, so prešli na izvajanje težje stopnje.

Tabela 6 prikazuje različne stopnje vaj, ki so se izvajale v sklopu vadbe za ravnotežje. Po težavnosti si sledijo od A (najlažja) do D (najtežja).

Tabela 6:

*Težavnostne stopnje vaj ravnotežja*

---

1. vaja
    - A Stoja v vzponu; stopala v širini bokov.
    - B Stoja v vzponu sonožno.
    - C Stoja na eni nogi.
    - D Stoja v vzponu na eni nogi.
  2. vaja
    - A Stoja na levi nogi; desna noga je dvignjena od podlage in izvajamo prednoženje ter zanoženje.
    - B Drža lahke žoge v vzročanju; stoja na levi nogi; desna noga je dvignjena od podlage in izvajamo prednoženje ter zanoženje.
    - C Drža težke žoge (2 kg) v vzročanju; stoja na levi nogi; desna noga je dvignjena od podlage in izvajamo prednoženje ter zanoženje.
  3. vaja
    - A Stoja na levi nogi; desna noga je dvignjena od podlage in izvajamo odnoženje ter prinoženje.
    - B Drža lahke žoge v vzročanju; stoja na levi nogi; desna noga je dvignjena od podlage in izvajamo odnoženje ter prinoženje.
    - C Drža težke žoge (2 kg) v vzročanju; stoja na levi nogi; desna noga je dvignjena od podlage in izvajamo odnoženje ter prinoženje.
  4. vaja
    - A Stoja; prenašanje težke žoge z levega boka na desnega preko predročnja in nazaj; med prenosom na eno stran vzpon.
    - B Stoja v vzponu; prenašanje težke žoge z levega boka na desnega preko predročnja in nazaj.
    - C Stoja na eni nogi; prenašanje težke žoge z levega boka na desnega preko predročnja in nazaj.
  5. vaja
    - A Stoja v vzponu; podajanje lahke žogice iz leve v desno roko.
    - B Stoja na eni nogi; podajanje žogice iz leve v desno roko.
  6. vaja
    - A Stoja na eni nogi meže.
- 

1. in 2. teden so vadeči 1. in 5. vajo izvajali 15 s, pri 2., 3. in 4. pa so izvedli 4 ponovitve. Pri vseh vajah so izvajali težavnostno stopnjo A.

3. in 4. teden smo izvajanje 1. in 5. vaje podaljšali na 30 s, pri 1. vaji pa se je izvajala težavnostna stopnja B. Pri 2., 3. in 4. vaji smo povečali število ponovitev na 6. Vadeči, ki so že osvojili težavnostno stopnjo A v prvih dveh tednih, so izvajali težavnostno stopnjo B.

V 5. in 6. tednu so vadeči 1. vajo izvajali v dveh serijah. Večina je izvajala C težavnostno stopnjo, nekateri pa D. Pri 5. vaji so izvajali B težavnostno stopnjo. Pri 2., 3. in 4. vaji se je število ponovitev povečalo na 8. Nekateri so izvajali težavnostno stopnjo B, nekateri D. Dodali smo še 6. vajo, ki so jo izvajali 30 s.

7. in 8. teden so količine ostale enake. Pri 1. vaji je večina izvajala C težavnostno stopnjo, nekateri D. Pri 2. in 3. vaji je približno polovica izvajala B težavnostno stopnjo, polovica C. Pri 4. vaji je večina izvajala C težavnostno stopnjo, nekaj pa jih je izvajalo B. Pri 5. vaji so vsi izvajali B težavnostno stopnjo.

Pri vadbi moči smo prva dva tedna namenili učenju pravilne izvedbe vaj, sama vadba pa je potekala frontalno. 3. teden smo začeli z izvajanjem obhodne vadbe. Sestavljena je bila iz osmih vaj moči, kot prikazuje Tabela 7. Intervali izvajanja in počitka so se med tedni spreminjali. 3. in 4. teden je bilo razmerje izvajanje : počitek 40 s : 60 s, 5. in 6. teden 50 s : 60 s, 7. in 8. 60 s : 65 s.

Tabela 7:  
*Vaje moči*

| Vaja   | Težavnostne stopnje   | Opombe  |
|--|---|---|
| 1. počep   | a) počep s pomočjo vadbenega traka<br>b) počep prosto<br>c) počep s težko žogo (2 kg) pri prsih |   |
| 2. Veslanje sede z elastiko  | /   |   |
| 3. Dvig bokov leže na hrbtu; noge skrčene, pete v bližini zadnjice | a) z obema nogama<br>b) z eno nogo  |   |
| 4. Stisk terapevtske žoge premera 36 cm v odročanju noter          | /   | Vadeči žogo stisne maksimalno močno in stisk zadrži 5 s.  |
| 5. Stopanje na stopnico z eno nogo                                 | a) s pomočjo rok; prijem pred sabo<br>b) prosto<br>c) s težko žogo (2kg)                        | Polovico časa vadeči stopa z levo nogo, polovico z desno. |
| 6. Sklece v opori klečno spredaj na višji podporni višini          | a) kot v kolku 90 stopinj<br>b) kot v kolku > 90 stopinj  |   |
| 7. Izpadni korak   | a) s pomočjo rok; prijem pred sabo<br>b) prosto<br>c) s težko žogo                              |   |
| 8. Zasuk trupa sede; držanje žoge v predročanju                    | a) z lahko žogo<br>b) s težko žogo  |   |

Prvi del zaključnega dela smo namenili raztezanju hrbtenice. Hrbtenico smo raztezali v vseh treh ravninah. Za raztezanje v bočni in čelni ravnini smo izvedli dinamične vaje na tleh v

opori klečno. V vodoravni ravnini pa smo izvedli statično raztezanje z zasukom trupa leže na hrbtu. Položaj smo zadrževali 30 s. Vajo smo izvedli v dveh serijah z zasukom na vsako stran.

Po raztezanju hrbtenice je sledilo statično raztezanje iztegovalk nog. Za raztezanje enosklepnih mišic smo izvedli dve vaji leže na hrbtu. Prva vaja je vključevala le raztezanje v bočni ravnini, pri drugi pa smo dodali še raztezanje v vodoravni ravnini z zasukom stegenice navzven. Dvosklepne mišice smo raztezali sede na klopci. Končne položaje smo zadrževali 30 s, vsako vajo pa smo izvedli v dveh serijah.

Na koncu je sledilo statično raztezanje zgornjega dela telesa v stoji. Izvedli smo 3 vaje. Vsaka vaja je mišice raztezala v svoji telesni ravnini. Za vsako vajo smo izvedli eno serijo, končni položaj pa smo zadrževali 30 s.

### 3. REZULTATI

Na osnovi podatkov, ki smo jih pridobili na vseh treh testiranjih, smo napravili statistično analizo. Pri analizi smo ugotavljali, ali je prišlo do razlik v rezultatih gibalnih testov med posameznimi testiranjmi in kakšne so le-te bile. Prav tako smo ugotavljali, ali so razlike statistično pomembne ali nepomembne. Ena izmed vadečih ni zaključila celotnega programa vadbe in ni bila prisotna na zadnjem testiranju, zato smo jo iz raziskave izključili.

#### 3.1. OSNOVNI STATISTIČNI PARAMETRI PREIZKUŠANCEV

Starost sodelujočih v raziskavi se nahaja v razponu od 43 do 77 let, povprečna starost pa znaša 64,3 leta. 11 preizkušancev ima sladkorno bolezen tipa 2, eden pa sladkorno bolezen tipa 1. 6 preizkušancev ima poleg sladkorne bolezni še povišan holesterol, 7 pa povišan krvni pritisk. Od tega imajo 4 povišan holesterol in krvni pritisk. Eden izmed preizkušancev ima artritis, eden umetni kolk, eden strgano mišico ramenskega obroča, eden pa ima več drugih zdravstvenih težav (angino pektoris, okluzijo desnega vratnega ožilja, mejno zamašitev žil leve noge, strgano tetivo desne roke). 10 preizkušancev je redno gibalno aktivnih. Od tega 2 1-krat/teden, 3 2-krat/teden, 3 3-krat/teden, 2 vsaki dan. 2 preizkušanca se ne ukvarjata redno s športno vadbo. Polovica preizkušancev se ukvarja s športno vadbo v vadbenih skupinah pod vodstvom (1-krat do 2-krat/teden). Ostali so športno aktivni sami ali s prijatelji.

#### 3.1. TELESNA MASA IN INDEKS TELESNE MASE

V Tabeli 8 so prikazane razlike v telesni masi in indeksu telesne mase med vsemi tremi testiranjmi. Med 1. in 2. testiranjem je 11 od 12 vadečih povečalo svojo telesno maso, razlike pa so statistično značilne ( $p = 0,005$ ). V povprečju se je telesna masa povečala za 1,4 %, maksimalno zvečanje mase pa je znašalo 2,8 kg (4,2 %). Po končanem programu vadbe je v primerjavi z drugim testiranjem 6 od 11 vadečih znižalo telesno maso, 5 pa zvišalo. Razlike v telesni masi posameznika so bile majhne in so v povprečju znašale 0,12 kg. Razlike pa statistično niso značilne.

Tabela 8:

*Vrednosti telesne mase in indeksa telesne mase na treh testiranjih*

|                            | 1. testiranje |              | 2. testiranje              |       | 3. testiranje |      |
|----------------------------|---------------|--------------|----------------------------|-------|---------------|------|
|                            | M             | SD           | M                          | SD    | M             | SD   |
| TM                         | 78,2          | 19           | 79,3                       | 19,3  | 80,1          | 20,8 |
| ITM                        | 30,7          | 5,3          | 31,1                       | 5,2   | 31,3          | 5,5  |
| TM 1 – TM 2                |               |              | TM 2 – TM 3                |       |               |      |
| t – test za odvisne vzorce |               |              | t – test za odvisne vzorce |       |               |      |
| MD                         | t             | p            | MD                         | t     | p             |      |
| 1,11                       | 3,490         | <b>0,005</b> | 0,12                       | 0,272 | 0,791         |      |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon; MD – povprečje razlike; TM – telesna masa; ITM – indeks telesne mase; t – vrednost t testa; p – statistična značilnost statistike t; TM1 – TM2 – razlike v telesni masi med 1. in 2. testiranjem; TM2 – TM3 – razlike v telesni masi med 2. in 3. testiranjem

### 3.2. KONTROLA GIBALNIH TESTOV PRED ZAČETKOM PROGRAMA VADBE

Tabela 9 prikazuje razlike v rezultatih gibalnih testov med 1. in 2. testiranjem. Razvidno je, da je v rezultatih prišlo do majhnih razlik. Pri testih stiska desne in leve roke ter pri Storkovem testu desne noge so se rezultati v povprečju nekoliko izboljšali, pri Storkovem testu leve noge, predklonu in vstajanju s stola pa so se rezultati poslabšali. Vendar pa razlike pri vseh testih niso statistično značilne.

Tabela 9:  
*Razlike v rezultatih testov med 1. in 2. testiranjem*

|                                     |         | t - test za odvisne vzorce |         |       |
|-------------------------------------|---------|----------------------------|---------|-------|
| Razlike med 1.<br>in 2. testiranjem | MD      | SDD                        | t       | p     |
| Stisk_D                             | 0,333   | 2,348                      | 0,492   | 0,633 |
| Stisk_L                             | 0,5     | 2,393                      | 0,724   | 0,484 |
| Stork_L                             | - 0,963 | 1,799                      | 1,853   | 0,091 |
| Stork_D                             | 0,088   | 1,923                      | - 0,158 | 0,878 |
| Predklon                            | - 1,062 | 1,953                      | - 1,883 | 0,086 |
| Vstajanje                           | - 0,333 | 1,826                      | - 0,632 | 0,540 |

Legenda: MD – aritmetična sredina razlik; SDD – standardni odklon razlik; t – vrednost t testa;

p – statistična značilnost statistike t.



### 3.3. REZULTATI GIBALNIH TESTOV PO KONČANEM PROGRAMU VADBE

Tabela 10 prikazuje razlike v rezultatih gibalnih testov med 2. in 3. testiranjem. Razlike so veliko večje v primerjavi z razlikami med 1. in 2. testiranjem. Pri vseh testih so se rezultati izboljšali, prav tako pa so razlike pri vseh testih statistično značilne.

Tabela 10:

*Razlike v rezultatih testov med 2. in 3. testiranjem*

| Razlike med 2. in 3. testiranjem | t – test za odvisne vzorce |        |        |              |
|----------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------------|
|                                  | MD                         | SDD    | t      | p            |
| Stisk_D                          | 7,909                      | 2,3    | 11,404 | <b>0,000</b> |
| Stisk_L                          | 8                          | 2,608  | 10,175 | <b>0,000</b> |
| Stork_L                          | 11,935                     | 10,664 | 3,712  | <b>0,004</b> |
| Stork_D                          | 14,206                     | 11,097 | 4,246  | <b>0,002</b> |
| Predklon                         | 3,676                      | 3,086  | 3,951  | <b>0,003</b> |
| Vstajanje                        | 3,727                      | 4,474  | 2,763  | <b>0,02</b>  |

Legenda: MD – aritmetična sredina razlik; SDD – standardni odklon razlik; t – vrednost t testa; p – statistična značilnost statistike t.

Tabela 11 prikazuje rezultate analize variance za ponovljene meritve vseh gibalnih testov na vseh treh testiranjih. Pri vseh testih obstajajo statistično značilne razlike. Kot prikazujeta Tabeli 9 in 10, pa so statistično značilne razlike pri vseh testih samo med 2. in 3. testiranjem.

Tabela 11:

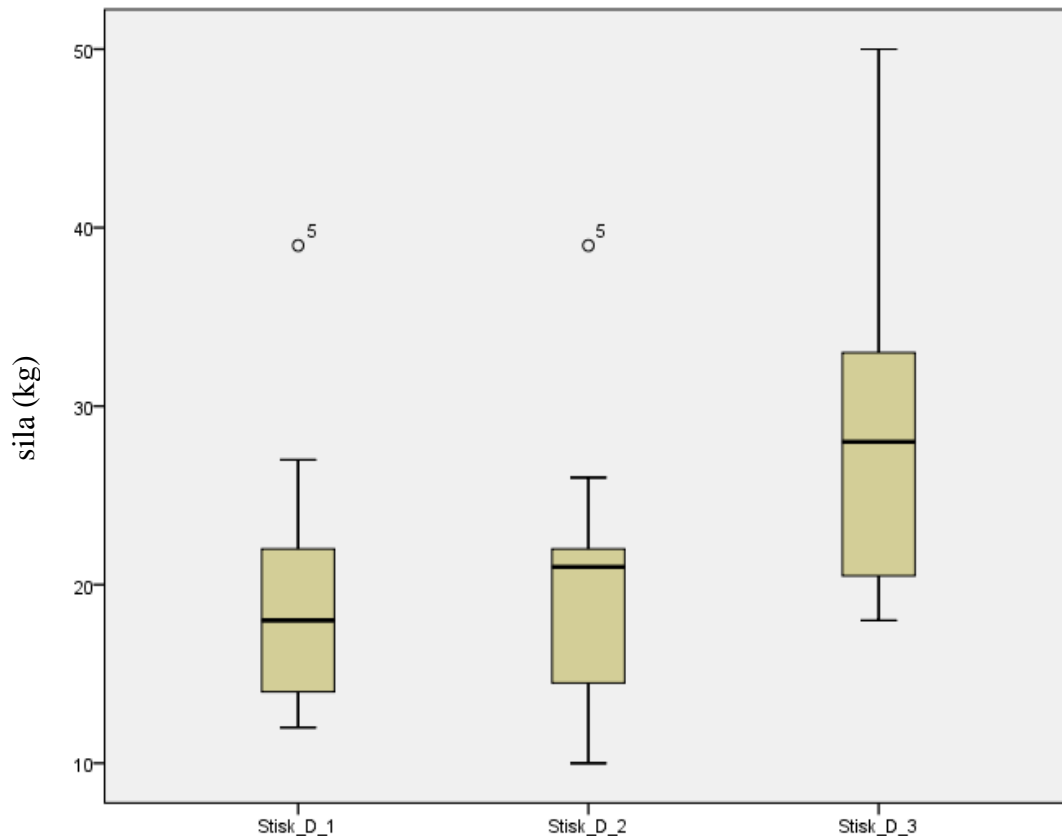
*Analiza variance za ponovljene meritve vseh treh testiranj*

| Gibalni test | Analiza variance za ponovljene meritve |        |              |
|--------------|--|--------|--------------|
|              | df                                     | F      | p            |
| Stisk_D      | 2                                      | 78,408 | <b>0,000</b> |
| Stisk_L      | 2                                      | 66,738 | <b>0,000</b> |
| Stork_L      | 1,028                                  | 11,332 | <b>0,007</b> |
| Stork_D      | 1,050                                  | 18,086 | <b>0,001</b> |
| Predklon     | 2                                      | 9,230  | <b>0,001</b> |
| Vstajanje    | 1,155                                  | 8,096  | <b>0,013</b> |

Legenda: df – stopinje prostosti; F – vrednost statistike F; p – statistična značilnost statistike F.

### 3.3.1. STISK DLANI DESNE ROKE

Slika 7 prikazuje vrednosti rezultatov pri testu stiska dlani desne roke na vseh treh testiranjih. Kot je razvidno, razlike med prvim in drugim testiranjem niso bistvene. Razlike med drugim in tretjim testiranjem pa so velike in statistično značilne ( $p < 0,0005$ ). Skupina vadečih je pod vplivom programa vadbe povprečno vrednost doseženih rezultatov posameznikov izboljšala za 7.7 kg, kar predstavlja izboljšanje vadbene skupine za 37,7 % (Tabela 12).



Slika 7. Primerjava rezultatov stiska dlani desne roke med prvim, drugim in tretjim testiranjem.

Tabela 12:

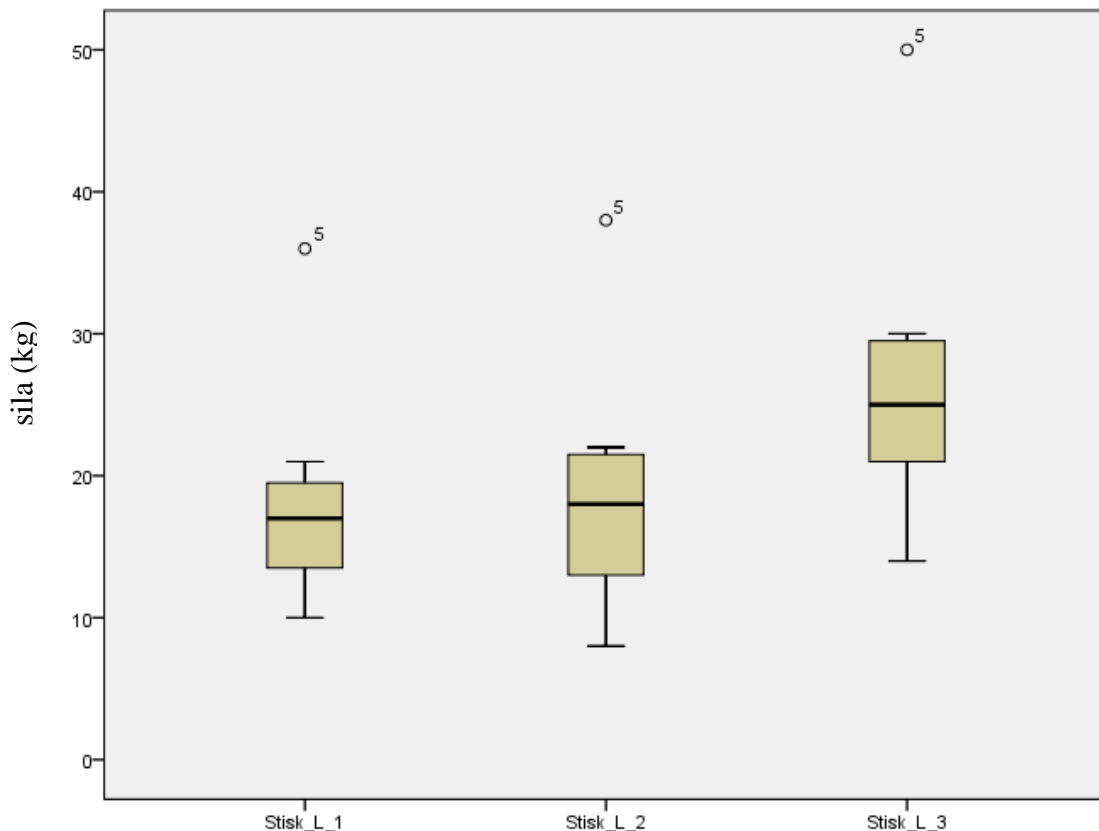
Vrednosti stiska dlani desne roke na treh testiranjih

| Stisk_D | 1. testiranje |     | 2. testiranje |     | 3. testiranje |     |
|---------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
|         | M             | SD  | M             | SD  | M             | SD  |
| Stisk_D | 20,1          | 7,7 | 20,4          | 7,6 | 28,1          | 9,6 |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon.

### 3.3.2. STISK DLANI LEVE ROKE

Slika 8 prikazuje vrednosti rezultatov pri testu stiska dlani desne roke na vseh treh testiranjih. Kot je razvidno, razlike med prvim in drugim testiranjem niso bistvene. Razlike med drugim in tretjim testiranjem pa so velike in statistično značilne ( $p < 0,0005$ ). Skupina vadečih je pod vplivom programa vadba povprečno vrednost doseženih rezultatov posameznikov izboljšala za 8,2 kg, kar predstavlja izboljšanje vadbene skupine za 45,6 % (Tabela 13).



Slika 8. Primerjava rezultatov stiska dlani desne roke med prvim, drugim in tretjim testiranjem.

Tabela 13:

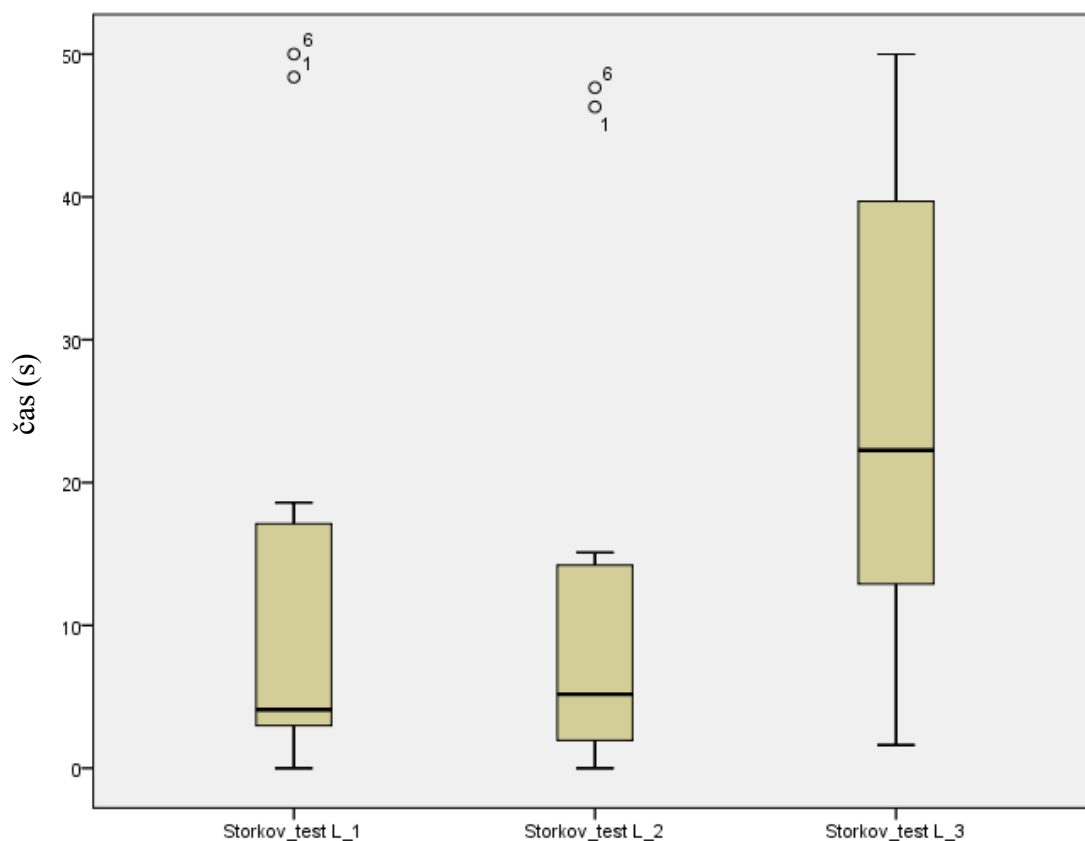
Vrednosti stiska dlani leve roke na treh testiranjih

|         | 1. testiranje |     | 2. testiranje |     | 3. testiranje |     |
|---------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
|         | M             | SD  | M             | SD  | M             | SD  |
| Stisk_L | 17,5          | 6,8 | 18            | 7,6 | 26,2          | 9,4 |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon.

### 3.3.3. STORKOV TEST LEVA NOGA

Slika 9 prikazuje vrednosti rezultatov vadečih pri Storkovem testu za levo nogo na vseh treh testiranjih. Razvidno je, da razlike med prvim in drugim testiranjem niso bistvene, medtem ko so razlike med drugim in tretjim testiranjem precejšnje ter statistično značilne ( $p = 0,004$ ). Skupina vadečih je pod vplivom programa vadbe povprečno vrednost doseženih rezultatov posameznikov izboljšala za 12,54 s, kar predstavlja izboljšanje vadbene skupine za 100,1 % (Tabela 14).



Slika 9: Primerjava rezultatov Storkovega testa za levo nogo med prvim, drugim in tretjim testiranjem.

Tabela 14:

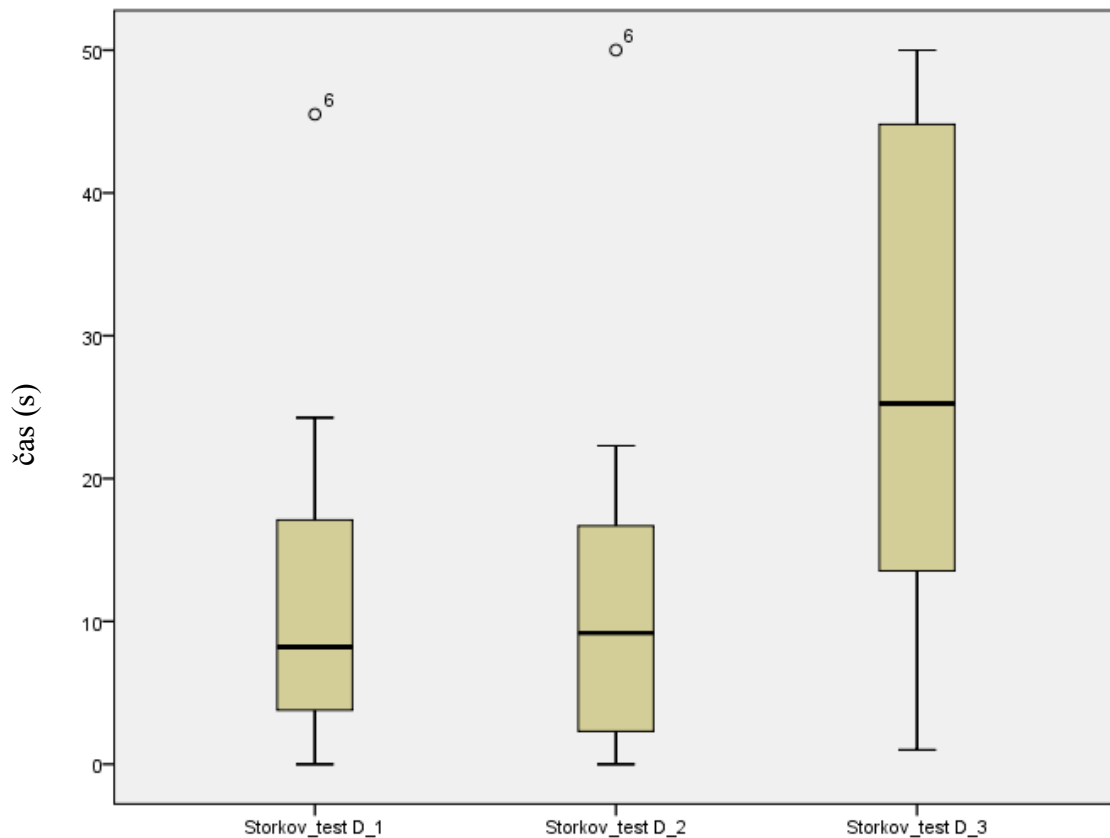
Vrednosti Stork testa leve noge na treh testiranjih

|         | 1. testiranje |       | 2. testiranje |       | 3. testiranje |       |
|---------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|         | M             | SD    | M             | SD    | M             | SD    |
| Stork_L | 13,49         | 17,66 | 12,53         | 16,81 | 25,07         | 17,48 |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon.

### 3.3.4. STORKOV TEST DESNA NOGA

Slika 10 prikazuje vrednosti rezultatov vadečih pri Storkovem testu za desno nogo na vseh treh testiranjih. Razvidno je, da razlike med prvim in drugim testiranjem niso bistvene, medtem ko so razlike med drugim in tretjim testiranjem precejšnje ter statistično značilne ( $p = 0,002$ ). Skupina vadečih je pod vplivom programa vadbe povprečno vrednost doseženih rezultatov posameznikov izboljšala za 14,93 s, kar predstavlja izboljšanje vadbene skupine za 124,9 % (Tabela 15).



Slika 10: Primerjava rezultatov Storkovega testa za desno nogo med prvim, drugim in tretjim testiranjem.

Tabela 15:

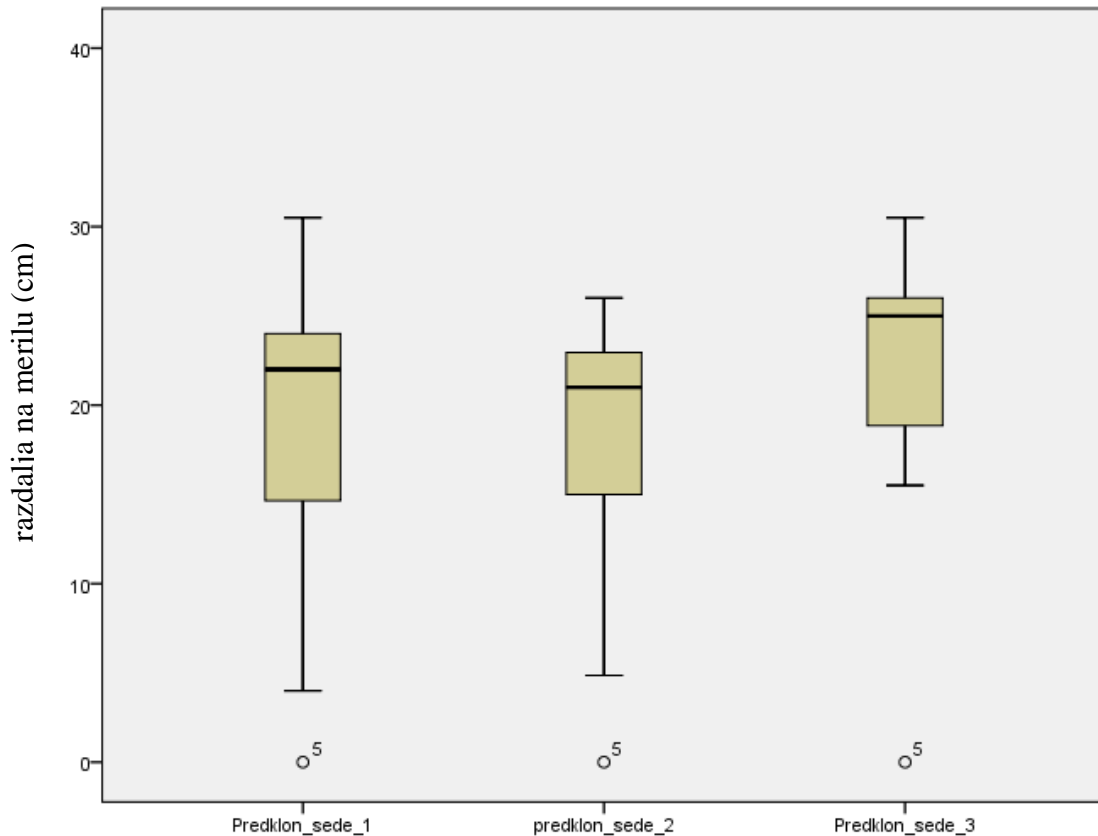
Vrednosti Stork testa desne noge na treh testiranjih

|         | 1. testiranje |       | 2. testiranje |       | 3. testiranje |       |
|---------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|         | M             | SD    | M             | SD    | M             | SD    |
| Stork_L | 11,86         | 13,07 | 11,95         | 14,11 | 26,88         | 18,67 |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon.

### 3.3.5. PREDKLON SEDE

Slika 11 prikazuje primerjavo rezultatov med prvim, drugim in tretjim testiranjem. V primerjavi z zgornjimi testi razlika med drugim in tretjim testiranjem ni tako očitna, ampak kljub temu statistično značilna ( $p = 0,003$ ). Skupina vadečih je pod vplivom programa vadba povprečno vrednost doseženih rezultatov posameznikov izboljšala za 4,3 cm, kar predstavlja izboljšanje vadbene skupine za 25,3 % (Tabela 16).



Slika 11: Primerjava rezultatov predklona sede med prvim, drugim in tretjim testiranjem.

Tabela 16:

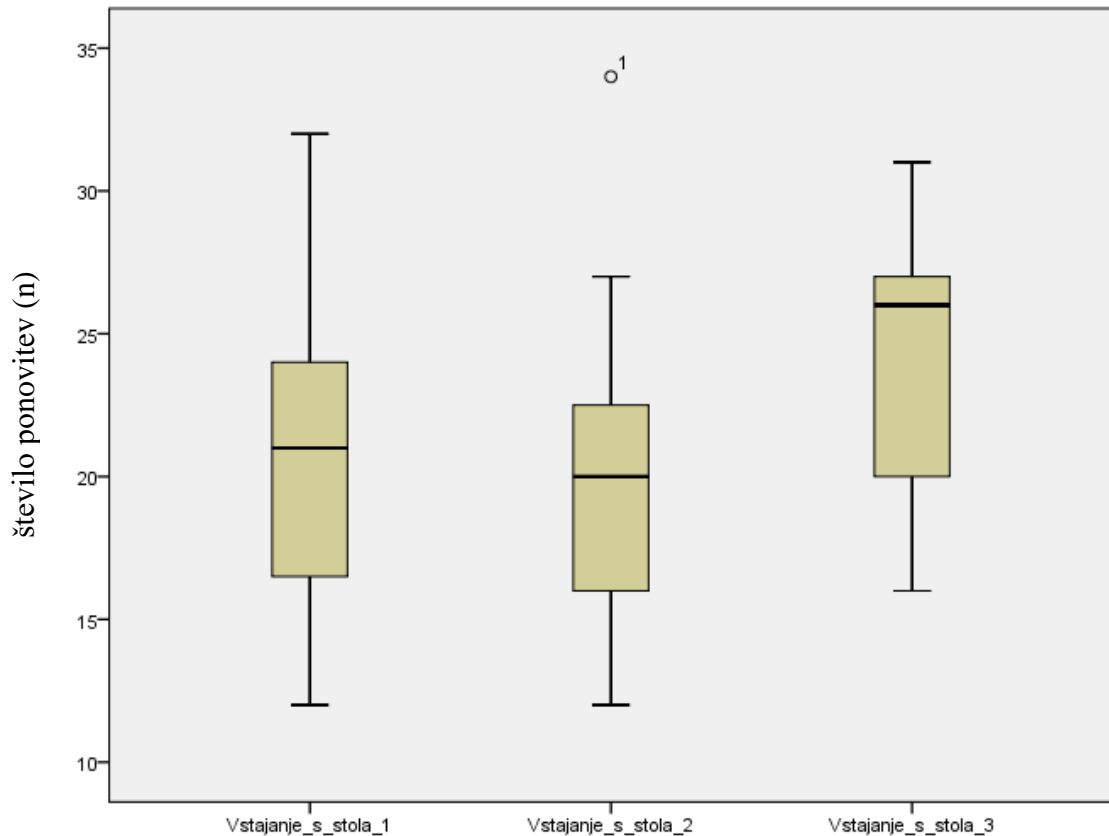
Vrednosti predklona sede na treh testiranjih

|               | 1. testiranje |     | 2. testiranje |     | 3. testiranje |     |
|---------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
|               | M             | SD  | M             | SD  | M             | SD  |
| Predklon_sede | 18,1          | 9,3 | 17            | 8,5 | 21,3          | 8,3 |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon.

### 3.3.6. VSTAJANJE S STOLA

Slika 12 prikazuje primerjavo rezultatov med prvim, drugim in tretjim testiranjem. Razlika prav tako, kot pri testu predklona sede, ni zelo velika. Vendar je razvidno, da so vadeči med prvim in drugim testiranjem svoje rezultate poslabšali, med drugim in tretjim pa izboljšali. Pod vplivom programa vadbe so vadeči povprečno vrednost doseženih rezultatov posameznikov statistično značilno izboljšali ( $p = 0,02$ ) za 3,9 ponovitve, kar predstavlja izboljšanje vadbene skupine za 19,5 % (Tabela 17).



Slika 12: Primerjava rezultatov vstajanje s stola med prvim, drugim in tretjim testiranjem.

Tabela 17:

*Vrednosti vstajanja s stola na treh testiranjih*

|               | 1. testiranje |     | 2. testiranje |     | 3. testiranje |     |
|---------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
|               | M             | SD  | M             | SD  | M             | SD  |
| Predklon_sede | 20,4          | 5,7 | 20,1          | 6,1 | 24            | 5,3 |

Legenda: M – aritmetična sredina; SD – standardni odklon.

#### 4. RAZPRAVA

Telesna aktivnost vsakemu sladkornemu bolniku prinaša določene koristi, ne glede na tip sladkorne bolezni. Bolniki s SB 1 na ta način zmanjšajo tveganje za nastanek kardiovaskularnih bolezni, zmanjšajo delež telesne maščobe, preprečujejo nastanek debelosti in izboljšajo občutljivost tkiv na inzulin. Poleg naštetih koristi telesna aktivnost pri bolnikih s SB 2 izboljša še glikemično kontrolo, zmanjša uporabo zdravil ter tako predstavlja enega izmed nefarmakoloških sredstev zdravljenja (Hornsby in Albright, 2009).

Kronična glikemična kontrola se lahko izboljša z redno telesno aktivnostjo tudi pri bolnikih s SB 1. Kronično glikemično kontrolo dokazano izboljšuje aerobna vadba, medtem ko vadba moči in kombinirana vadba sicer kažeta trend izboljšanja glikemične kontrole, vendar je zaenkrat opravljeno premalo raziskav, da bi to lahko z gotovostjo trdili (Tonoli idr., 2012). Večina opravljenih raziskav glede vadbe moči je bila opravljena na bolnikih s SB (Dunstan idr., 2002; Ibanez idr., 2005) in te raziskave kažejo na to, da vadba moči izboljšuje glikemično kontrolo. Iz navedenega lahko sklepamo, da je vadba moči primerna tudi za bolnike s SB 1 v smislu izboljšanja glikemične kontrole, saj daje v primerjavi z aerobno vadbo enake rezultate kot pri bolnikih s SB 2 (Moe idr., 2011). Kronična glikemična kontrola pa naj bi se izboljšala predvsem pri tistih bolnikih s SB 1, ki so manj nagnjeni k hipoglikemijam (Kenny, Wilmore in Costill, 2012).

10 od 12 preizkušancev je redno gibalno aktivnih. Njihovo gibalno aktivnost v večini predstavljajo aktivnosti, ki so organizirane s strani Društva diabetikov Ljubljana, v katerega so včlanjeni. Med poletjem (julij, avgust) se te aktivnosti ne izvajajo. Ta čas pa ravno sovпада z obdobjem med 1. in 2. testiranjem. Odsotnost redne telesne aktivnosti tako najverjetneje predstavlja glavni vzrok za statistično značilno povečanje telesne mase preizkušancev med 1. in 2. testiranjem.

Med 2. in 3. testiranjem spremembe v telesni masi sicer niso statistično značilne. 6 vadečih je znižalo telesno maso, 5 pa zvišalo, razlike pri posameznikih pa so v povprečju znašale 0,12 kg. Zvišanje telesne mase lahko pripisujemo povečanemu deležu puste (mišične) mase, saj so preizkušanci izvajali vadbo moči. Tudi preizkušanci, ki so znižali telesno maso, so prav tako pridobili nekaj dodatne puste (mišične) mase, celotna telesna masa pa se je verjetno znižala na račun znižanja maščobne mase. Vendar pa zgoraj navedenega ne moremo z zagotovostjo trditi, saj v raziskavi nismo merili sestave telesa vadečih.

Vadba moči v primerjavi z aerobno vadbo povzroči manjši padec krvnega sladkorja med vadbo in ohranja bolj stabilne vrednosti po vadbi (Yardley idr., 2013). Zato pri takšni vadbi obstaja manjše tveganje za nastanek hipoglikemije. Tako naš program vadbe, ki je bil sestavljen iz vadbe ravnotežja, moči in gibljivosti, predstavlja manjše tveganje za razvoj hipoglikemije. Kljub vrsti vadbe pa je za izognitev hipoglikemijam potrebno upoštevati druga priporočila. Bolniki, ki se zdravijo z eksogenim inzulinom, morajo zmanjšati njegovo količino, prilagoditi pa morajo tudi vnos ogljikovih hidratov (Drustine in Moore, 2003). Ker je bila v našo vadbo vključena vadba moči, je prišlo do praznjenja glikogenskih rezerv. Zaradi tega so morali vadeči po zaključeni vadbi zaužiti dodatnih 5 do 30 g ogljikovih hidratov (Colberg idr., 2010), da so se izognili kasnejšim hipoglikemijam.

Pri večini raziskav, pri katerih se je izboljšala kronična glikemična kontrola, ima vadba moči značilnosti hipertrofije. Vadbe so sestavljene tako, da je cilj progresije, da vadeči premagujejo bremena na intenzivnosti 70 do 85 % 1 RM v treh serijah (Dunstan idr., 2002; Ibanez idr.,



2005; Yavari idr., 2012). Vadba moči je bila pri našem programu sestavljena iz funkcionalnih gibov, kjer nismo merili vrednosti 1 RM, ampak je bila oblikovana tako, da je omogočala, da vadeči sami izberejo njim primerno intenzivnost skozi težavnostne stopnje vaj. Omogočeno jim je bilo, da skozi program napredujejo in sami izberejo višjo težavnostno stopnjo vaje.

Vadbo moči so sladkorni bolniki, ki so bili vključeni v raziskavo, izvajali skozi obhodno vadbo. Pri obliki vadbe smo količino oziroma volumen določili skozi čas izvajanja vadbe in ne s številom ponovitev. Takšen način smo izbrali zaradi različnih sposobnosti vadečih in s tem lažje organizacije (enako število ponovitev posamezniki izvedejo v različnem času). Progresijo smo dosegli s povečanjem časa izvajanja posamezne vaje. V primerjavi z ostalimi predstavljenimi raziskavami nismo povečali intenzivnosti in zmanjšali število ponovitev, ampak smo intenzivnost ohranili in povečali število ponovitev. Torej smo vplivali na vzdržljivosti v moči (Ušaj, 2003). To so pokazali tudi rezultati analize, kjer so vadeči statistično značilno izboljšali rezultate pri testu vstajanja s stola. Povprečna vrednost razlik med 2. in 3. testiranjem je znašala 3,7 ponovitve, celotna skupina pa je napredovala za 8,7 %.

Vadba moči v naši raziskavi ne opredeljuje intenzivnosti v odstotkih 1 RM, vadeči pa opravijo zgolj en obhod. Te vadbene količine ne moremo primerjati z vadbenimi količinami v zgoraj omenjenih raziskavah, pri katerih je vadba moči izboljšala glikemično kontrolo. Zato za našo vadbo ne moremo predvidevati, ali bi prinesla koristi v izboljšanju kronične glikemične kontrole.

Pri naši skupini vadečih jih ima 7 od 12 povišan krvni pritisk. Ti bolniki naj ne bi premagovali bremen, ki so med 80 in 100 % 1 RM. Zanje je vadba moči na 40 do 60 % 1 RM tista, ki ne predstavlja tveganja (Williams idr., 2007). Gordon (2009) za hipertonike priporoča obhodno vadbo, kjer se pri vsaki vaji izvaja samo ena serija, kakršna je bila tudi naša. Je pa res, da intenzivnost priporoča tudi do 80 % 1 RM, vendar ne več kot eno serijo določene vadbe, kot smo navedli zgoraj. Naša vadba prav tako ni presegala intenzivnosti 80 % 1 RM, saj so bili vadeči pri vseh vajah sposobni izvesti vsaj 8 ponovitev, kar predstavlja povezavo med 80 % 1 RM in največjim možnim številom ponovitev, kot navajata Baechel in Earle (2008). Pri večini vaj so bili sposobni izvesti več kot 15 ponovitev, kar predstavlja 65 % 1 RM. Je pa obhodna vadba vsebovala eno vajo z izometričnim krčenjem, kar se odsvetuje za hipertonike (Williams idr., 2004).

Po našem programu vadbe moči se je obremenitev povečevala na vsaka dva tedna. V uvodnih dveh tednih je bila nizka, saj je šlo za učenje izvajanja vaj. Ko pa smo začeli z izvajanjem obhodne vadbe je bilo razmerje med izvajanjem in počitkom 40 s : 60 s. Nato smo na vsaka dva tedna razmerje povečali in je zadnja dva tedna znašalo 60 s : 65 s. S tem smo poleg vpliva na vzdržljivost v moči vplivali tudi na funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornega sistema.

Prav ta postopnost pa je bila pomembna zaradi tega, ker je imela več kot polovica vadečih povišan krvni tlak. Zanje je aerobna vadba, ki ima učinek na kardiorespiratorni sistem, v varnem območju do 60 %  $VO_2$  max (Bulc, 2004).

Za bolnike s povišanim krvnim tlakom daje aerobna vadba boljše rezultate v smislu kroničnega izboljšanja njegovih vrednosti v primerjavi z vadbo moči (Cléroux). Sklepamo lahko, da naš program vadbe nima pozitivnih učinkov na kronično znižanje vrednosti krvnega tlaka.

Sladkorni bolniki imajo večje tveganje za padce, ki se s starostjo povečuje (Morrison idr., 2010). Vzrok je lahko nezdrav življenjski slog, ki ni vključeval dovolj telesne aktivnosti, ki bi lahko ohranjal ravnotežje kot gibalno sposobnost in ki predstavlja enega izmed vzrokov za nastanek sladkorne bolezni (Pori idr., 2013). Težave se lahko pojavijo tudi zaradi periferne nevropatije, ki predstavlja enega izmed kroničnih zapletov (Medvešček, 1987). Ljudje s periferno nevropatijo imajo oslabiljen somatosenzorični sistem in 5-krat slabše zaznavajo položaj gležnja (Van den Bosch idr., 1995). Sladkorni bolniki s tem kroničnim zapletom so sposobni razviti manjši navor v gležnju in zato težje vzpostavijo ravnotežni položaj pri odklonih težišča (Gutierrez idr., 2001).

S starostjo se poslabša delovanje vizualnega, vestibularnega in somatosenzoričnega sistema (Rogers in Page, b. d.). Vsi trije sistemi zagotavljajo pridobivanje informacij za vzpostavitev ali ohranjanje ravnotežja (Rose, 2003). Poleg tega zaradi starosti pride do pojava sarkopenije (Strojnik, 2015).

Če želimo izboljšati ravnotežje, je vadbo potrebno oblikovati tako, da bo izboljševala delovanje v vseh sistemih, ki nanj delujejo. Moč delovanja gibalnega sistema, ki omogoča izvajanje kompenzacijskih gibov, smo pri naši vadbi izboljševali skozi obhodno vadbo moči.

Naš program vadbe je bil usmerjen v vadbo statičnega ravnotežja. Cilj vaj je bil ohranjanje ravnotežnega položaja v stoji. Če želimo vplivati na izboljšanje delovanja odgovornih sistemov, moramo gibalno nalogo oblikovati tako, da bo oteževala ohranjanje ravnotežnega položaja. To dosežemo s spreminjanjem kvalitete podlage, podporne površine, s prenašanjem težišča naprej in v stran, z motenjem ravnotežja z zunanjim odporom in z dodatno pozornostjo ali njihovo kombinacijo (Čampa, 2014).

Pri naši vadbi ravnotežja smo uporabili 4 od zgoraj naštetih kategorij za povečevanje obremenitve ravnotežnih nalog. Podporno površino smo spreminjali pri 1. vaji ravnotežja. Od težavnostne stopnje A do D se je zmanjševala podpora površina. Težišče telesa smo prenašali pri 2. in 3. vaji. Pri tem smo B težavnostno stopnjo otežili z držanjem žoge nad glavo. S tem smo otežili ohranjanje težišča s pomočjo rok. Pri C težavnostni stopnji pa smo nad glavo držali težko žogo (2 kg), s čimer so odmiki projekcije težišča telesa od podporne površine zahtevali silovitejše kompenzacijske gibe. Motnje ravnotežja z zunanjim odporom smo dosegli s 4. vajo. Vajo smo skozi težavnostne stopnje oteževali z zmanjševanjem podporne površine. Oteževanje z dodatno pozornostjo smo dosegli pri 5. vaji. Otežili smo jo z zmanjševanjem podporne površine.

Z izključevanjem katerega izmed senzornih sistemov dajemo poudarek na vadbo ostalih dveh (Rose, 2003). Pri naši vadbi smo izključili vizualni sistem pri 6. vaji – stoja na eni nogi z zaprtimi očmi in tako dali poudarek na izboljšanje delovanja vestibularnega in somatosenzoričnega sistema.

Osemtedenski program vadbe, ki je vseboval obhodno vadbo moči in statičnega ravnotežja, je statistično značilno izboljšal rezultate v različici Storkovega testa ravnotežja. Skupina preizkušancev je pri rezultatu za levo nogo napredovala za 12,54 s oziroma 100,1 %. Pri desni nogi pa za 14,2 s oziroma 124 %. V povprečju so posamezniki pri levi nogi napredovali za 11,94 s, pri desni pa za 14,21 s.

Enostavni test na eni nogi je podoben Storkovemu testu, ki smo ga uporabili v naši raziskavi, oziroma je nekoliko lažji. Zato so rezultati Storkovega testa lahko ekvivalentni rezultatom

enostavnega testa. Ta test je pokazatelj tveganja za padce. Rezultat pod 5 sekundami predstavlja visoko tveganje za padce, nad 30 sekundami pa nizko (Mohorič, 2009). Vadeči so tako z vadbo izboljšali statično ravnotežje in zmanjšali tveganje za padce. Po končanem programu vadbe 4 vadeči dosegajo rezultate, ki predstavljajo nizko tveganje za padce. Dva pa dosegata rezultate, ki predstavljajo visoko tveganje za padce. V povprečju so vadeči po koncu vadbe dosegli rezultat 25,07 s za levo nogo in 26,88 s za desno nogo.

Kadar govorimo o zmanjšanju tveganja za padce pri starejših ljudeh, bi bilo smiselno razpravljati o vadbi dinamičnega ravnotežja, saj se večina padcev zgodi med hojo. Naš program vadbe pa je zajemal le vaje statičnega ravnotežja. Tako bi bilo smiselno dodati tudi različice hoje v oteženih okoliščinah, kot so to storili Allet idr. (2010). Le-ti so poleg statičnega ravnotežja izboljšali tudi dinamično ravnotežje in hitrost hoje.

Po drugi strani pa so Richardson idr. (2001) v svoj program vadbe vključili vaje, ki so vključevale vse štiri gibe v skočnem sklepu (plantarna in dorzalna fleksija, inverzija, everzija). Ko so izvedli določen gib, so ga morali zadržati. Pri tem je šlo zgolj za vadbo statičnega ravnotežja. Rezultati so se izboljšali tako pri testu stoje na eni nogi kot tudi pri testu tandemske hoje. Slednja je pokazatelj sposobnosti dinamičnega ravnotežja. Iz te raziskave lahko sklepamo, da se s preprosto vadbo ravnotežja, ki zajema zgolj statične vaje, pri katerih se zmanjšuje podporna površina, vpliva tudi na izboljšanje dinamičnega ravnotežja. Do izboljšanja pa je prišlo pri sladkornih bolnikih s periferno nevropatijo. Iz teh izsledkov lahko sklepamo, da tudi naš program vadbe, ki vsebuje obsežnejšo vadbo ravnotežja, kjer smo poleg zmanjševanja podporne površine uporabili tudi druge načine povečevanja obremenitve, izboljšuje dinamično ravnotežje. Prav tako bi se ravnotežje izboljšalo tudi pri bolnikih s periferno nevropatijo.

Da vadba ravnotežja v povezavi z vadbo moči izboljšuje ravnotežje, so dokazali tudi Allet idr. (2010) in Morrison idr. (2010). Allet idr. (2010) so program vadbe oblikovali na podoben način kot mi. Sestavljena je bila iz obhodne vadbe, ki je vsebovala vadbo moči, statičnega ravnotežja in različice hoje v oteženih okoliščinah. V njihovem primeru so poleg statičnega ravnotežja izboljšali še dinamično ravnotežje in hitrost hoje. Tudi pri bolnikih s periferno nevropatijo lahko izboljšamo ravnotežje. Richardson idr. (2001) so pri vadbi dali poudarek na strategijo gležnja pri ohranjanju ravnotežja v stoji, dodali pa so tudi eno vajo za krepljenje moči nog. Bolniki so izboljšali rezultate pri enostavnem testu stoje na eni nogi in s tem zmanjšali tveganje za padce.

Kot so potrdile omenjene raziskave in tudi naša, je za izboljšanje rezultatov smiselno izvajati vadbo ravnotežja v kombinaciji z vadbo moči. Za uspešno ravnotežje je potrebno izvesti dovolj hitre in silovite kompenzacijske gibe. Iz tega vidika bi bilo smiselno izvajati vadbo hitre moči in hipertrofije, ki bi omogočala kompenzacijo hitrejših in večjih odmikov težišča telesa. Vendar pa, kot kažejo rezultati omenjenih raziskav in naše, tudi vadba moči, ki nima značilnosti hipertrofije ter hitre moči, izboljšuje ravnotežje pri sladkornih bolnikih.

V starosti degenerativne spremembe povzročijo skrajšanje dolžine mišic in vezivnih tkiv (Wachtel idr., 1995, v Tomažin, 2009), zmanjša pa se tudi elastičnost mišic (Baechel in Earle, 2008). Pri balističnem raztezanju se zamašni gibi izvajajo z relativno velikimi hitrostmi. Zaradi tega velikokrat izzovemo refleks na nateg. Balistično raztezanje v primerjavi z ostalimi načini predstavlja večje tveganje za nastanek poškodb mišic in vezivnega tkiva (Baechel in Earle, 2008). Pri starejših osebah pa zaradi zgoraj omenjenih degenerativnih sprememb pri balističnem raztezanju z velikimi hitrostmi gibanja ta način predstavlja še dodatno povečano

tveganje za nastanek poškodb. Zato tega načina raztezanja v našem programu vadbe nismo uporabili.

Dinamično raztezanje poviša telesno temperaturo in prekrvavljenost, kar prinaša koristi za boljše delovanje mišičnega sistema (Baechel in Earle, 2008). Zato ga je smiselno uporabljati v pripravljalnem delu vadbene enote, kar smo storili pri našem programu vadbe. Pripravljalni del smo oblikovali tako, da smo v izvajanje dinamičnih vaj vključili vse mišične skupine, ki so bile kasneje obremenjene v glavnem delu vadbene enote. Namen dinamičnega raztezanja je, da posnema dejanske gibe glede na potrebe glavnega dela vadbene enote. Tudi temu smo namenili pozornost pri izboru dinamičnih razteznih vaj.

Kadar želimo izboljšati gibljivost, statično raztezanje uporabimo v glavnem delu vadbene enote (Baechel in Earle, 2008). Za izboljšanje naj bi se maksimalne amplitude zadrževale od 15 do 30 s (Baechel in Earle, 2008) oziroma produkt posameznega raztezka in števila ponovitev znaša od 45 s do 2 min. Pri začetnikih je bolje začeti s krajšimi časi posameznega raztezka (Heyward, 2006).

Pri našem programu smo v vadbo gibljivosti v zaključni del vključili tudi dve vaji dinamičnega raztezanja hrbtenice, saj smo želeli dati poudarek na aktivno gibljivost hrbtenice. Sodelujoči v naši raziskavi niso imeli izkušenj s statičnim raztezanjem, zato bi pri njih, kot smo navedli v zgornjem odstavku, bilo smiselno maksimalne amplitude zadrževati krajši čas do 15 s. Vendar menimo, da je pri začetnikih smiselno čas nekoliko povečati, saj gre pri statičnem raztezanju za miselni proces, kjer zavestno sproščamo mišico. Tega se je potrebno naučiti, za kar bo primernejši daljši čas posameznega raztega.

Kadar je glavni del vadbene enote namenjen razvoju gibljivosti, naj le-ta traja od 15 do 30 min, odvisno od števila mišičnih skupin, ki jih raztezamo (Heyward, 2006). Naš program vadbe gibljivosti, ki je vključeval raztezanje celotnega telesa (obremenjenih mišic) in je bil sestavljen iz 10 vaj, bi moral za povečanje gibljivosti trajati okoli 30 minut.

Pomanjkljivost našega programa vadbe je bila tudi v tem, da nismo povečevali števila ponovitev posameznega raztega ob povečanju gibljivosti ali tolerance na razteg vadečih. Vendar je bilo to sprotno preverjanje težavno, saj se je vadba izvajala skupinsko in ne individualno.

Kljub temu, da v našem programu vadbe vadba gibljivosti ni predstavljala posamezne vadbene enote in da so bili celotni časi raztezanja posamezne mišične skupine krajši od priporočljivih ter da nismo sprotno preverjali tolerance na razteg in morebitnega povečanja gibljivosti, so vadeči statistično značilno izboljšali rezultat pri predklonu sede. Napredek skupine je znašal 4,3 cm oziroma 25,3 %. Posamezniki so v povprečju izboljšali rezultat za 3,7 cm. Tudi herriot idr. (2004) so izboljšali gibljivost pri sladkornih bolnikih, čeprav so v glavnem delu vadbene enote izvajali vadbo moči, vadbo gibljivosti pa v zaključnem delu. Tudi oni so pri statičnem raztezanju izvedli samo eno serijo za vsako vajo. Potrebno pa je poudariti, da bi lahko bila stopnja povečanja gibljivosti pri sladkornih bolnikih sodelujočih v naši raziskavi ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih priporočil še večja. Vendar pa v tem primeru v glavnem delu ne bi mogli izvajati vadbe moči in ravnotežja, ki vplivata na izboljšanje sposobnosti ravnotežja oziroma bi morali podaljšati čas posamezne vadbene enote, kar bi za vadeče predstavljalo preveliko obremenitev.

Pred začetkom izvajanja programa vadbe so imeli vadeči povprečni indeks telesne mase 31,1, kar predstavlja debelost 2. stopnje (Larry Kenny idr., 2015), zgolj en vadeči je imel indeks telesne mase, ki ustreza normalni telesni masi. Vadeči so bili v povprečju stari 64,3 leta, zato je pri njih večja možnost pojava periferne nevropatije (Mrevlje, 1987). Pri takšni skupini je potrebno paziti, da ne obremenjujemo preveč stopal, saj lahko pride do nastanka razjed (Colberg idr., 2010). Pri našem programu vadbe se je pritisk na stopala povečal pri celotni vadbi ravnotežja, saj smo zmanjševali podporno površino. Povečal pa se je tudi pri vaji stopanja na stopnico in pri izpadnem koraku. Zato smo pozornost namenili pregledu stopal po vadbi. Vendar pa nastanka razjed ni bilo opaziti.

Pri našem programu vadbe ravnotežja niso vsi vadeči na isti vadbeni enoti izvajali enake težavnostne stopnje posamezne vaje. Na naslednjo težavnostno stopnjo vaje so prešli takrat, kadar so prejšnjo vajo izvedli brez napak v celotnem v naprej določenem času izvajanja. Napredek si je določal vsak zase. Takšen način določanja obremenitve ni bil najprimernejši, saj so vadeči zaradi želje po izvajanju najvišje težavnostne stopnje in tekmovalnosti, ki jo je bilo zaznati, prehitro prešli na višjo raven, čeprav prejšnje še niso čisto osvojili. Zaradi dela v skupini, ki je znašala tudi do 12 vadečih, je zame kot voditelja vadbe prav tako bilo težko nadzorovati, ali vadeči izvajajo sebi primerno težavnostno stopnjo. Kljub temu pa so rezultati pokazali, da je skupina izboljšala ravnotežje.

Pri programu vadbe moči smo določili zgolj čas izvajanja. V tem času so vadeči izvajali različno število ponovitev. Prav tako so si sami izbirali, katero težavnostno stopnjo bodo izvajali. Tako da volumen in intenzivnost vadbe moči nista bila natančno določena, vsak vadeči pa si jo je prilagodil sam. V vseh omenjenih raziskavah, kjer so želeli vplivati na moč sladkornih bolnikov, sta bila intenzivnost in volumen natančno opredeljena. Vendar pa je bil tudi v naši raziskavi dosežen napredek v moči, saj je vadbena skupina statistično značilno napredovala v testu stiska dlani in testu vstajanja s stola.

Večina opravljenih raziskav v naprej določa vadbene količine, kar je z vidika kontrole samega eksperimenta bolje. Pri naši raziskavi smo vadbene količine pri vadbi moči in ravnotežja prilagajali sproti glede na napredek vadečih, ki je po našem mnenju zaradi tega večji. Težavnostne stopnje vaj pri vadbi moči in težavnostne stopnje pri vadbi ravnotežja so omogočile, da je vsak posameznik napredoval kar se da maksimalno kljub temu, da je bila skupina kar precej heterogena po sposobnostih.

Potrebno se je zavedati, da brez vloženega truda in premaganega napora med vadbo ne bomo dosegli zelenega rezultata in izboljšanja gibalnih sposobnosti. Vendar tako kot za ostalo populacijo, je tudi za sladkorne bolnike pomembno, da jim vadba predstavlja nekaj pozitivnega in vsekakor ne mukotrpnega. To bomo lažje dosegli, če bodo lahko sladkorni bolniki prihajali na isto vadbeno enoto skupaj s svojimi prijatelji ne glede na to, da so si lahko različni po nivoju gibalnih sposobnosti. Tako bo zadovoljevanje njihove socialne komponente predstavljalo enega izmed razlogov za prihod na vadbeno enoto. Program vadbe, ki smo ga oblikovali, je s svojimi težavnostnimi stopnjami pri vadbi ravnotežja in moči omogočal ravno to, da so lahko na isti vadbeni enoti sodelovali sladkorni bolniki z različnimi gibalnimi sposobnostmi, ki se tudi drugače družijo preko dejavnosti, ki jih organizira njihovo društvo.

V naši raziskavi je večina preizkušancev poleg sladkorne bolezni imela tudi druge zdravstvene težave. V prihodnje bi bilo smiselno sodelujoče razvrstiti v skupine glede spremljajoče bolezni, saj bi lahko s tem še boljše prilagodili vadbo zdravstvenemu stanju

vadečih, posledično pa bi imela vadba večji učinek na izboljšanje parametrov, povezanih s posamezno soobolevostjo.

Večina bolnikov s sladkorno boleznijo tipa 2 je debelih. Zato je zanje ena glavnih koristi redne telesne aktivnosti znižanje deleža telesne maščobe. Tako bi bilo v naši raziskavi smiselno meriti telesno sestavo, da bi lahko na koncu preverili, ali so bile izgube telesne mase na račun maščobnega tkiva. Da bi imeli rezultati raziskave še večjo vrednost, bi bilo potrebno meriti tudi parametre sladkorne bolezni. S tem bi lahko iskali tudi morebitne povezave med izboljšanjem gibalnih sposobnosti in vrednosti parametrov sladkorne bolezni.

## 5. SKLEP

Če želimo izboljšati samostojnost in kvaliteto življenja starejših sladkornih bolnikov, moramo ohranjati ali izboljšati gibalne sposobnosti moč, ravnotežje ter gibljivost. Z njihovim izboljšanjem lahko preprečimo padce in z njimi povezane poškodbe, ki bodo starejše od samostojnosti ter vključitve v širše socialno okolje, odvrnile. V naši raziskavi smo z 8-tedenskim programom vadbe v fitnesu želeli vplivati na ravnotežje in gibljivost pri sladkornih bolnikih, katerih povprečna starost je znašala 64,3 leta. Skupina vadečih je bila po sposobnostih heterogena in v večini redno telesno aktivna.

V našem programu vadbe vadeči niso statistično pomembno znižali telesno maso, kar poleg izboljšanja gibalnih sposobnosti predstavlja eno izmed koristi telesne aktivnosti. Vrednosti glikiranega hemoglobina (HbA<sub>1C</sub>) v naši raziskavi nismo merili. Njegove vrednosti se pri bolnikih s SB 2 izboljšujejo pri visoko intenzivni vadbi moči z značilnostmi hipertrofije. Pri našem programu vadbe moči pa volumen in intenzivnost nismo natančno določili, zato ne moremo predvidevati, ali se bi se kronična glikemična kontrola pri sodelujočih izboljšala.

Program vadbe moči, ki je bil sestavljen iz funkcionalnih vaj in je potekal v obliki obhodne vadbe, je omogočal, da so si vadeči sami prilagajali intenzivnost in tempo izvedbe vaj, obenem pa je omogočal izvedbo višje težavnostne stopnje posameznih vaj. Program je zajemal vaje moči za noge, trup in zgornji del telesa. Tudi program vadbe ravnotežja je omogočal, da vadeči izvajajo težavnostno stopnjo, primerno svojim sposobnostim in skozi celoten program prehajajo na višjo težavnostno raven. Zajemal je vaje statičnega ravnotežja, kjer smo gibalne naloge v stoji oteževali z zmanjševanjem podporne površine, s prenašanjem težišča naprej in v stran, z motenjem ravnotežja z zunanjim odporom in z dodatno pozornostjo. Pri eni nalogi pa smo z izključevanjem vidnega sistema dali večjo pozornost na vestibularni in somatosenzorični sistem.

Rezultati so pokazali, da naš program vadbe moči in ravnotežja pozitivno vpliva na statično ravnotežje, saj je bil napredek skupine večji od 100 %. Sklepamo lahko, da se je izboljšalo tudi dinamično ravnotežje, s tem pa hoja, ki predstavlja enega izmed najpomembnejših dejavnikov kvalitete in samostojnosti življenja starostnikov.

Pri obhodni vadbi moči, kjer smo določili zgolj čas izvajanja posamezne vaje, naredili pa smo zgolj en obhod, sta se izboljšali maksimalna moč stiska dlani in repetativna moč spodnjega dela telesa.

Vadba gibljivosti se je v našem programu izvajala v kombinaciji z vadbo moči in ravnotežja. Sestavljena je bila iz statičnega raztezanja, ki je vključeval tudi dve vaji dinamičnega raztezanja hrbtenice. Kljub temu, da se vadba gibljivosti ni izvajala kot posebna vadbena enota, ampak v zaključnem delu, je omogočila napredek skupine za 25,3 %.

8-tedenski program vadbe v fitnesu, ki smo ga izvajali s sladkornimi bolniki, v nasprotju z nekaterimi drugimi programi ne vsebuje vaj, ki bi se izvajale na trenažerjih. Sestavljen je iz funkcionalnih gibov, ki posnemajo dejanske gibalne naloge, s katerimi se ljudje srečujejo v vsakdanjem življenju. Kljub drugačnemu načinu določanja vadbениh količin, s katerimi se običajno srečujemo pri vadbi v fitnesu, pa pri vadbi moči in ravnotežja omogoča prilagajanje posamezniku znotraj skupine. Program, ki smo ga oblikovali, statistično značilno izboljšuje ravnotežje in gibljivost. Za vpogled v morebitno izboljšanje kliničnega stanja vadečih in iskanja povezav med njim ter izboljšanjem gibalnih sposobnosti, bi bilo v raziskavi potrebno

meriti parametre sladkorne bolezni. Vsekakor pa bo to magistrsko delo služilo za nadaljnje raziskovanje gibalne problematike sladkornih bolnikov.



## 6. LITERATURA

- Allet, L., Armand, S., de Bie, R.A., Golay, A., Monnin, D., Aminian, K., ... de Bruin, E.D. (2010). The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologija*, 53(3), 458-466. Pridobljeno iz <http://link.springer.com/>.
- Alter, J.M. (2000). *Science of Flexibility - 3rd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baechel, T.R. (1994). *Essentials of strenght training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baechel, T. R. in Earle, R. W. (2008). *Essentials of strenght training and conditioning – 3rd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Berčič, H. (2007). Wellness – pot do celovitega ravnovesja v zrelem obdobju. V H. Berčič (ur.), *Šport v obdobju zrelosti* (str. 64-74). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Berg balance scale*. (16.1.2016). American Academy of Health and Fitness. Pridobljeno iz [http://www.aahf.info/pdf/Berg\\_Balance\\_Scale.pdf](http://www.aahf.info/pdf/Berg_Balance_Scale.pdf)
- Bulc, M. (Oktober 2004). Nefarmakološki ukrepi za zdravljenje arterijske hipertenzije. V J. Kersnik (ur.), *Ulkusna bolezen, hipertenzija, zaščitni dejavniki zdravil na mikrocirkulacijo, kopr, astma, možganska kap* (str. 24-29). Kranjska Gora: Združenje zdravnikov družinske medicine SZD.
- Burnik, J. (1987). Kronični zapleti sladkorne bolezni, splošno: okvare. V F. Mrevlje (ur.), *Sladkorna bolezen, Priročnik za bolnike* (str. 126-138). Ljubljana: Centralni zavod za napredek gospodinjstva.
- Cleroux, J., Feldman, R.D. in Petrella, R.J. (1999). Recommendations on physical exercise training. *Canadian Medical Association Jurnal*, 160(9), 21-28. Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Bryan, J. B., Rubin, R. R.,... Braun, B. (2010). Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 33(12), 147-167. Pridobljeno iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Čampa, Š. (2014). *Vadba ravnotežja pri starostnikih* (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., Courten, M., Shaw, J. in Zimmet, P. (2002). High-Intensity Resistance training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729-1736. Pridobljeno iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Durstine, J. L. in Moore, G. E. (2003). *ACMSs Exercise Manegement for Persons with Chronic Diseases and Disabilities*. Champagin: Human Kinetics.

- Določanje vrednosti hemoglobina HbA<sub>1c</sub>*. (19.1.2016). Zaloker & Zaloker. Pridobljeno iz <http://www.zaloker-zaloker.si/sl/sladkorna-bolezen/zanimivosti-in-nasveti/dolocanje-vrednosti-hemoglobina-hba1c/>.
- Enoka, R.M. (2008). *Neuromechanics of Human Movement – 4th edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fras, Z., Maučes Zakotnik, J., Govc Eržen, J., Luznar, N. in Leskošek, B. L. (November 2009). Nacionalni program primarne preventivesrčno-žilnih bolezni – zgodba o uspehu?. V S. Vrbovšek, N. Luznar in J. Maučec Zakotnik (ur.), *Skupaj varujmo in krepimo zdravje – kaj smo dosegli v prvih osmih letih?* (str. 13-26). Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije,.
- Global recommendations on physical activity for health*. (19.1.2016). World Health Organization. Pridobljeno iz <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/en/index.html>
- Gordon, N.F. (2009). Hypertension. V J. Larry Durstine, G.E. Moore, P.L. Painter in S.O. Roberts (ur.), *ACMSs Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities*. Champaign: Human Kinetics.
- Grubič, Z. (2011). Mehanizmi nastanka in zapletov sladkorne bolezni. V S. Ribarič (ur.), *Temelji patološke fiziologije, 2. izdaja* (str. 86-95). Ljubljana: Medicinska fakulteta, Inštitut za patološko fiziologijo.
- Gutierrez, E.M., Helber, M.D., Dealva, D., Ashton-Miller, J.A. in Richardson, J.K. (2001). Mild Diabetic Neuropathy Affects Ankle Motor Function. *Clinical biomechanics*, 16(6), 522-528. Pridobljeno iz <http://www.clinbiomech.com/>.
- Guyton Hornsby, W. in Albright, A.L. (2009). Diabetes. V J. Larry Durstine, G.E. Moore, P.L. Painter in S.O. Roberts (ur.), *ACMSs Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities – third edition*. Champaign: Human Kinetics.
- Herriott, M.T., Colberg, S.R., Parson, H.K., Nunnold, T. in Vinik, A.I. (2004). Effects of 8 Weeks of Flexibility and Resistance Training in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 27(12), 2988-2989. Pridobljeno iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Heyward V.H. (2006). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ibanez, J., Izquierdo, M., Arguelles, I., Forga, L., Larrion, J. L., Garcia-Unciti, M.,... Gorostiaga, E. M. (2005). Twice-Weekly Progressive Resistance Training Decreases Abdominal Fat and Improves Insulin Sensitivity in Older Men With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 28(3), 662-667. Pridobljeno iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Jakovljevič, M., Rugelj, D., Hlebš, S., Kacin, A., Sevšek, F., Dremelj, K., ... Leskošek, B. (November 2006). Skupina testov za ocenjevanje telesne pripravljenosti starostnikov. V D. Rugelj (ur.), *Celostna obravnava starostnikov*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo.

- Karpljuk, D., Gjura Kaloper, V., Videmšek, M., Dervišević, E., Hadžič, V., Cecić Erpič, S., ... Rožman, F. (2004). *Sladkorna bolezen, gibanje in šport*. Ljubljana: Zveza diabetikov Slovenije.
- Kenny, W.L., Wilmore, J.H. in Costil, D.L. (2012). *Physiology of Sport and Exercise – 5th edition*. Champaign: Human Kinetics.
- Kaj je glikiran hemoglobin (HbA<sub>1c</sub>)*. (19.1.2016). Sladkorna bolezen. Pridobljeno iz <http://sladkorna.si/spremljanje-urejenosti-sladkorne-bolezni/kaj-je-hba1c/>.
- Lasan, M. (2002). *Stalnost je določila spremembo*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Lasan, M. (2004). *Harmonija med delovanjem in mirovanjem*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Lieber, R.L. in Frieden, J. (2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve*, 23(11), 1647-1666. Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Marcus, R. L., Smith, S., Morrell, G., Addison, O., Dibble, L. E., Wahoff-Stice, D., LaStayo, P. C. (2008). Comparison of Combined Aerobic and High-Force Eccentric Resistance Exercise With Aerobic Exercise Only for People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Physical Therapy*, 88(11), 1345-1354. Pridobljeno iz <http://ptjournal.apta.org/>.
- Medvešček, M. (1987). Nenadni zapleti sladkorne bolezni. V F. Mrevlje (ur.), *Sladkorna bolezen, Priročnik za bolnike* (str. 124-136). Ljubljana: Centralni zavod za napredek gospodinjstva.
- Modified Sit and Reach Test*. (19.1.2016). Topend Sports. Pridobljeno iz <http://www.topendsports.com/testing/tests/sit-and-reach-modified.htm>
- Moe, B., Augestad, L. B., Asvold, B. O. in Flanders W. D. (2011). Effects of aerobic versus resistance training on glycaemic control in men with type 2 diabetes. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 365-374. Pridobljeno iz <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2010.523851>.
- Moharič, M. (2009). Ocenjevanje ravnotežja: klinični testi in ocenjevalne lestvice. *Rehabilitacija*, 8(1), 43-47.
- Morrison, S., Colberg, S.R., Mariano, M., Parson, H.K. in Vinik, A.I. (2010). Balance Training Reduces Falls Risk in Older Individuals With Type 2 Diabetes. *Diabetes care*, 33(4), 748-750. Pridobljeno iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Mrevlje, F. (1987). Kronični zapleti sladkorne bolezni: sladkorna bolezen in živčevje. V F. Mrevlje (ur.), *Sladkorna bolezen, Priročnik za bolnike* (str. 114-120). Ljubljana: Centralni zavod za napredek gospodinjstva.

- Narici, M.V. in Maganaris, C.N. (2006). Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat*, 208(4), 433-443. Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Nelson, A.G., Kokkonen J. in Arnall, D.A. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 338-343. Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Oblak Ravnik, M. (2006). Etiopatogeneza in etiologija sladkorne bolezni. V M. Bohnec, J. Klavs, M. Tomažin Šporar, A. Krašovec in B. Žargaj (ur.), *Sladkorna bolezen, priročnik* (str. 35-42). Ljubljana: samozaložba.
- Pistotnik, B. (2015). *Osnove gibanja v športu, Osnove gibalne izobrazbe*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Pori, M., Pori, P., Pistotnik, B., Dolenc, A., Tomažin, K., Štirn, I. in Majerič, M. (2013). *Športna rekreacija*. Ljubljana: Športna unija Slovenije.
- Retar, I. (November 2015). Vseživljensko učenje za zdrav življenski slog starejših odraslih. V M. Bučar Pajek (ur.), *Kongres športa za vse* (str. 15-18). Ljubljana: Olimpijski komite Slovenije-Združenje športnih zvez.
- Rezultati raziskave Dejavniki tveganja za nenalezljive bolezni pri odraslih prebivalcih Slovenije – z zdravjem povezan vedenjski slog.* (16.1.2016). CINDI Slovenija. Pridobljeno iz <http://cindi-slovenija.net/images/stories/cindi/raziskave/CHMS2008.pdf>
- Richardson, J.K., Sandman, D. in Vela, S. (2001). A Focused Exercise Regimen Improves Clinical Measures of Balance in Patients with Peripheral Neuropathy. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(2), 205-209. Pridobljeno iz <http://www.archives-pmr.org/>.
- Roberts, H.C., Denison, H.J., Martin, H.J., Patel, P.H., Syddall, H., Cooper, C. in Aihie Sayer, A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age and Ageing*, 40(4), 423-429. Pridobljeno iz <http://ageing.oxfordjournals.org/>.
- Rogers, M.E. in Page, P. (b.d.). *Standing Strong: A program to Improve Strength and Balance in Older Adults*. Neobjavljeno delo. Department of Human Performance Studies, Wichita State University, Wichita, Kansas.
- Rose, J.R. (2003). *Fall Prof!: a comprehensive balance and mobility training program*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rugelj, D., Tomšič, M., Ovca, A. in Sevšek, F. (December 2009). Za ravnotežje specifična vadba in zmanjševanje ogroženosti za padce. V D. Rugelj in F. Sevšek (ur.), *Raziskovalni dan zdravstvene fakultete – zbornik predavanj*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta.

- Rugelj, D. in Uršič, K. (November 2006). Učinek vadbe specifične za ravnotežje pri oskrbovancih doma starejših občanov. V D. Rugelj (ur.), *Celostna obravnava starostnikov*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo.
- Shepard, R.J. (1997). *Aging, physical activity and health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M.,... Jaffey, J. (2007). Effects of Aerobic Training, Resistance Training or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes. *Annals of Internal Medicine*, 147(6), 357-375. Pridobljeno iz <http://annals.org/>.
- Simic, L., Sarabon, N. in Markovic G. (2012). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(2), 131-148. Pridobljeno iz <https://www.anatomytrains.com/wp-content/uploads/manual/meta-analysis.pdf>
- Song, C.H., Petrofsky, J.S., Lee, S.W. Lee, K.J. in Yim, J.E. (2011). Effects of an Exercise Program on Balance and Trunk Proprioception in Older Adults with Diabetic Neuropathies. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 13(8), 803-811. Pridobljeno iz <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/dia.2011.0036>
- Stork Balance Stand Test*. (16.1.2016). Topendsports. Pridobljeno iz <http://www.topendsports.com/testing/tests/balance-stork.htm>
- Strojnik, V. (November 2015). Aplikativnost raziskav pri vadbi starejših oseb. V M. Bučar Pajek (ur.), *Kongres športa za vse*. Ljubljana: Olimpijski komite slovenije – Združenje športnih zvez.
- Tan, S., Li, W. in Wang, J. (2012). Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(3), 495-501. Pridobljeno iz <http://www.jssm.org/>.
- Test telesne pripravljenosti za starejše*. (16.1.2016). Nacionalni inštitut za javno zdravje. Pridobljeno iz <http://www.nijz.si/sl/publikacije/test-telesne-pripravljenosti-za-starejse-senior-fitness-test-sft>.
- Tomažin, K. (2009). Vpliv vadbe na aktivno gibljivost starejših oseb. V V. Strojnik (ur.), *Vadba za starejše osebe z zmanjšano mobilnostjo* (str. 20-27). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Tomšič, M. (Marec 2011). Zakaj starejši padejo. V D. Rugelj in F. Sevšek (ur.), *Aktivno in zdravo staranje – zbornik predavanj*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta.
- Tonoli, C., Heyman, E., Roelands, B., Buyse, L., Cheung, S., Berthoin, S. in Meeusen, R. (2012). Effects of Different Types of Acute and Chronic (Training) Exercise on Glycaemic Control in Type 1 Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 42(12), 1059-1080. Pridobljeno iz <https://www.researchgate.net>.

- Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Van den Bosch, C.G., Gilsing, M.G., Lee, S.-G., Richardson, J.K. in Ashton-Miller, J.A. (1995). Peripheral Neuropathy Effect on Ankle Inversion and Eversion Detection Thresholds. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(9), 850-856. Pridobljeno iz <http://www.archives-pmr.org/>
- Vrtovec, M. (2006). Telesna vadba v zdravljenju sladkorne bolezni. V M. Bohnec, J. Klavs, M. Tomažin Šporar, A. Krašovec in B. Žargaj (ur.), *Sladkorna bolezen, priročnik* (str. 348-358). Ljubljana: samozaložba.
- West, D., Stephens, J. W., Bain, S. C., Kilduff, L. P., Luzio, S., Still, R. in Bracken, R. M. (2011). A combined insulin reduction and carbohydrate feeding strategy 30 min before running best preserves blood glucose concentration after exercise through improved fuel oxidation in type 1 diabetes mellitus. *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 279-289. Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Wilmore, H. J. in Costill, D. L. (1999). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Williams, M.A., Haskell, W.L., Ades, P.A., Amsterdam, E.A., Bittner, V., Franklin, B.A., ... Stewart, K.J. (2007). Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 update. *Circulation*, 116(5). Pridobljeno iz <http://circ.ahajournals.org/>.
- Yardley, J. E., Kenny G. P., Perkins, B. A., Riddell, M. C., Malcolm, J., Boulay, P.,... Sigal, R. J. (2012). Effects of Performing Resistance Exercise Before Versus After Aerobic Exercise on Glycemia in Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 35(4), 669-675. Pridobljeni iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Yardley, J. E., Kenny G. P., Perkins, B. A., Riddell, M. C., Balaa, N., Malcolm, J.,... Sigal, R. J. (2013). Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 36(3), 537-542. Pridobljeni iz <http://care.diabetesjournals.org/>.
- Yavari, A., Najafipoor, F., Aliasgarzadeh, A., Niafar, M. in Mobasseri, M. (2012). Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardio-vascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biology of sport*, 29(2), 135-143. Pridobljeno iz [http://biolsport.com/abstracted.php?level=4&id\\_issue=880960&dz=s6](http://biolsport.com/abstracted.php?level=4&id_issue=880960&dz=s6).
- Zdravstveni statistični letopis 2013*. (16.1.2016). Nacionalni inštitut za javno zdravje. Pridobljeno iz <http://www.nijz.si/sl/publikacije/zdravstveni-statisticni-letopis-2013>
- 10 facts on noncommunicable diseases*. (16.1.2016). World Health Organization. Pridobljeno iz [http://www.who.int/features/factfiles/noncommunicable\\_diseases/en/index.html](http://www.who.int/features/factfiles/noncommunicable_diseases/en/index.html)