



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



**UTICAJ MODELA PROGRAMA VEŽBANJA NA
KOŠTANU GUSTINU I BIOHEMIJSKE MARKERE
KOŠTANOG REMODELOVANJA KOD ŽENA U PRE- I
POSTMENOPAUI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:
prof. dr Borislav Obradović
dr sc med. Jovanka Novaković-Paro

Kandidat:
Ana Marijanac

Novi Sad, 2018. godine

UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Ana Marijanac
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	dr Borislav Obradović, redovni profesor dr sc med. Jovanka Novaković-Paro, docent
Naslov rada: NR	Uticaj modela programa vežbanja na koštanu gustinu i biohemijske markere koštanog remodelovanja kod žena u pre- i postmenopauzi
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Srbija/Vojvodina
Godina: GO	2018.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Novi Sad, Ćirpanova 6

Fizički opis rada: FO	(broj poglavlja: 10 / stranica: 203 / slika: 3 / grafikona: 24 / referenci 167 / tabela: 107 / priloga: 1)
--------------------------	--

Naučna oblast: NO	Društveno-humanističke
Naučna disciplina: ND	Osnovne naučne discipline u sportu i fizičkom vaspitanju
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Model programa vežbanja, koštana gustina, biohemijski markeri koštanog remodelovanja, premenopauza, postmenopauza
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ	str. VIII - IX
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	predsednik: dr Milena Mikalački / redovni profesor / Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja; član: dr Goran Vasić / vanredni profesor / Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja; član: dr Dušan Ugarković / redovni profesor / Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja;

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION**

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Ph.D Thesis
Author: AU	Ana Marijanac
Mentor: MN	Borislav Obradović, PhD, Full Professor Jovanka Novaković-Paro, PhD, Docent
Title: TI	The effects of the model of exercise program on bone mineral density and biochemical markers of bone turnover in pre- and postmenopausal women
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2018.
Publisher: PU	Authors reprint
Publication place: PP	Serbia, 21000 Novi Sad

Physical description: PD	Chapters: 10 / pages: 203 / pictures: 3 / references 167/ tables: 107 /appendix: 1
-----------------------------	--

Scientific field SF	Social Science and Humanistic
Scientific discipline SD	Basic scientific disciplines in Sport and Physical Education
Subject, Key words SKW	Model of exercise program, bone mineral density, biochemical markers of bone turnover, premenopausal, postmenopausal
UC	
Holding data: HD	Library of the Faculty of Sport and Physical Education, Lovćenska 16, Novi Sad
Note: N	No
Abstract: AB	p. VIII-IX
Accepted on Senate on: AS	
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<p>president: Milena Mikalački, Ph.D / Full professor / University of Novi Sad – Faculty of Sport and Physical Education;</p> <p>member: Goran Vasić, Ph.D / Associate professor / University of Novi Sad – Faculty of Sport and Physical Education;</p> <p>member: Dušan Ugarković, Ph.D / Full professor / University of Belgrade – Faculty of Sport and Physical Education;</p>

Sadržaj

SAŽETAK.....	VIII
ABSTRACT	IX
1 UVOD	1
2 TEORIJSKI OKVIR RADA.....	4
2.1 KOŠTANO TKIVO	4
2.1.1 STRUKTURA KOSTI.....	4
2.1.2 SASTAV KOSTI.....	8
2.2 REMODELOVANJE KOSTI.....	9
2.2.1 REMODELOVANJE KOSTI I MEHANIČKO OPTEREĆENJE.....	10
2.3 BIOHEMIJSKI MARKERI KOŠTANOG REMODELOVANJA.....	11
2.3.1 BIOHEMIJSKI MARKERI KOŠTANOG REMODELOVANJA I FIZIČKA AKTIVNOST	14
2.4 MINERALNA KOŠTANA GUSTINA I OSTEOPOROZA.....	17
2.5 FUNKCIONALNA ADAPTACIJA KOSTI.....	20
2.5.1 EFEKAT MEHANIČKOG OPTEREĆENJA NA KOST	21
2.5.2 VRSTE MEHANIČKOG OPTEREĆENJA KOJE SU OD ZNAČAJA ZA MINERALNU GUSTINU KOSTI.....	23
2.6 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	25
3 PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA	33
3.1 PROBLEM ISTRAŽIVANJA	33
3.2 PREDMET ISTRAŽIVANJA.....	33
3.3 CILJ ISTRAŽIVANJA.....	34
4 OSNOVNE HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA.....	36
5 METOD RADA	38
5.1 UZORAK ISPITANIKA.....	38
5.2 IZBOR PARAMETARA	39

5.3 METODE ISTRAŽIVANJA.....	40
5.4 METODE OBRADJE PODATAKA.....	43
6 OPIS ISTRAŽIVANJA.....	44
7 REZULTATI.....	49
7.1 Karakteristike celokupnog uzorka.....	49
7.1.1 Životna dob i menarha.....	49
7.1.2 Telesna visina, telesna masa i indeks telesne mase celokupnog uzorka.....	50
7.1.3 Osteodenzitometrija: mineralni koštani sadržaj i koštana gustina celokupnog uzorka.....	52
7.1.4 Biohemijski markeri koštanog remodelovanja.....	62
7.2 Analiza razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju.....	69
7.2.1 Analiza razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu.....	69
7.2.2 Analiza razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja.....	77
7.3 Analiza razlike između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi.....	82
7.3.1 Analiza razlike između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na osteodenzitometrijske parametre.....	82
7.3.2 Analiza razlike uticaja programa vežbanja na grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja.....	84
7.4 Karakteristike grupe u premenopauzi.....	87
7.4.1 Životna dob i menarha grupe u premenopauzi.....	87
7.4.2 Telesna visina, telesna masa i indeks telesne mase grupe u premenopauzi.....	87
7.4.3 Osteodenzitometrija: mineralni koštani sadržaj, koštana gustina i Z-score grupe u premenopauzi.....	89
7.4.4 Biohemijski markeri koštanog remodelovanja grupe u premenopauzi.....	101
7.5.1 Životna dob, menarha, poslednja menstruacija i dužina postmenopauze grupe u postmenopauzi.....	106
7.5.2 Telesna visina, telesna masa i indeks telesne mase grupe u postmenopauzi.....	107

7.5.3 Osteodenzitometrija: mineralni koštani sadržaj, koštana gustina i T-score grupe u postmenopauzi.....	108
7.5.4 Biohemijski markeri koštanog remodelovanja grupe u postmenopauzi.....	121
8 DISKUSIJA.....	128
8.1 Uticaj programa vežbanja na osteodenzitometrijske parametre i parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod celokupnog uzorka.....	131
8.2 Uticaj programa vežbanja na osteodenzitometrijske parametre i parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u periodu premenopauze	136
8.3 Uticaj programa vežbanja na osteodenzitometrijske parametre i parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u periodu postmenopauze	142
9 ZAKLJUČCI.....	150
10 LITERATURA.....	153
PRILOZI.....	169

UTICAJ MODELA PROGRAMA VEŽBANJA NA KOŠTANU GUSTINU I BIOHEMIJSKE MARKERE KOŠTANOG REMODELOVANJA KOD ŽENA U PRE- I POSTMENOPAUI

SAŽETAK

Generalni cilj ovog istraživanja je da se utvrdi da li postoji uticaj primenjenog programa vežbanja na parametre koštane gustine i biohemijske markere koštanog remodelovanja kod žena u periodu premenopauze i postmenopauze.

Uzorak ispitanica je činilo 26 žena starosti 45 do 55 godina, od kojih su 13 u periodu premenopauze, a 13 u periodu postmenopauze. Ispitanice su učestvovala u programu vežbanja u trajanju od 6 meseci, koji se realizovao u Novom Sadu, 4 puta nedeljno u trajanju od sat vremena. Za utvrđivanje uticaja programa vežbanja na koštanu gustinu merena su 3 osteodenzitometrijska parametra na kičmi, vratu butne kosti i kuku i 5 parametara biohemijskih markera koštanog remodelovanja.

Da bi se utvrdio uticaj vežbanja kod ispitanica, primenjena je multivarijantna analiza varijanse (MANOVA). Na celokupnom uzorku ispitanica nije utvrđena statistički značajna razlika ni u jednom merenom parametru koštane gustine. U odnosu na biohemijske markere, došlo je do značajnog smanjenja nivoa ukupne alkalne fosfataze. Kod žena u periodu premenopauze i kod žena u periodu postmenopauze, program vežbanja nije značajno uticao na parametre koštane gustine merene na kičmi, vratu butne kosti i kuku (DXA, Lunar Prodigy), kao ni na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja.

Primenom multivarijantne analize kovarijanse (MANCOVA) utvrđena je značajna razlika u uticaju programa vežbanja između žena u pre- i postmenopauzi u mineralnoj koštanoj gustini vrata butne kosti (BMD VF) i markera beta-crosslaps (CTX). Mineralna koštana gustina je nakon programa vežbanja veća, a nivo beta-crosslapsa niži kod žena u premenopauzi nego kod žena u periodu postmenopauze.

Na osnovu dobijenih rezultata, zaključujemo da je potreban duži vremenski period realizacije programa vežbanja kako bi se mogla primetiti statistički značajna promena merenih parametara. Ispitanicama se savetuje da nastave sa vežbanjem kako bi usporile gubitak kosti

Ključne reči: model programa vežbanja, koštana gustina, biohemijski markeri koštanog remodelovanja, premenopauza, postmenopauza.

THE EFFECTS OF MODEL OF EXERCISE PROGRAM ON BONE MINERAL DENSITY AND BIOCHEMICAL MARKERS OF BONE TURNOVER IN PRE- AND POSTMENOPAUSAL WOMEN

ABSTRACT

The general aim of this research is to determine if there are effects of the applied exercise program on bone mineral density and biochemical markers of bone turnover in the premenopausal and postmenopausal period.

The sample consisted of 26 women aged 45 to 55 years, of which 13 were in premenopausal and 13 in postmenopausal period. Subjects were included (had performed) in 6-month exercise program, which was implemented (maintained) in Novi Sad, 4 times a week in duration for an hour. Three osteodensitometric parameters on lumbar spine, femoral neck and hip (DXA, Lunar Prodigy) and five parameters of biochemical markers of bone turnover were measured to assess (to determine) the effects of exercise program on bone density.

Multivariate analysis of variance (MANOVA) was used to determine the effect of exercise. For the entire sample of subjects, there were no statistically significant differences in any measured bone density parameter, but looking at biochemical markers, total alkaline phosphatase level was significantly reduced. There were no significant changes in bone density parameters on the lumbar spine, femoral neck and hip nor on the parameters of biochemical markers of bone turnover in women in premenopausal and postmenopausal period.

Applying multivariate analysis of covariance it was found a significant difference in the exercise program effect between pre- and postmenopausal women in bone mineral density of femoral neck (BMD VF) and beta-crosslaps marker of turnover (CTX). Femoral neck BMD was higher, and beta-crosslaps level was lower in premenopausal women than in postmenopausal women after completion exercise program.

Based on obtained results, we conclude that is required a longer period of exercise program realization in order to notice a statistically significant change in measured parameters. Subjects are advised to continue their exercising in order to slow down the bone loss.

Key words: model of exercise program, bone mineral density, biochemical markers of bone remodeling (turnover), premenopausal and postmenopausal women.

1 UVOD

Kost čini osnovnu potporu ljudskom telu i za održavanje njene homeostaze mora postojati ravnoteža između stvaranja i razgradnje koštanog tkiva. Građa kosti se razlikuje među pojedinim kostima, zavisno o tome koju ulogu vrši. Uz glavnu ulogu potpore organizma, kost ima ulogu u kretanju, zaštiti organa, skladištenju jona, proizvodnji krvnih ćelija, te ima ulogu u endokrinoj regulaciji metabolizma. Gustina i mikroarhitektonska struktura kostiju se tokom života menjaju i zavise od mnogih faktora. Svakih osam do deset godina se koštano tkivo čitavog skeleta fiziološki zameni (NIH, 2000).

Osteoporoza je sistemsko oboljenje čovečijeg skeleta, koje odlikuje smanjena koštana masa i poremećaj mikroarhitekture koštanog tkiva, što dovodi do povećanja fragilnosti i mogućnosti za nastanak preloma kosti (NIH, 2000). Ona je zapravo posledica disbalansa u remodelovanju kosti na račun pojačanih kataboličkih procesa (pojačana funkcija osteoklasta, a smanjena osteoblasta). Svetska zdravstvena organizacija (WHO) upozorava da svaka treća žena u svetu i svaki šesti muškarac imaju osteoporozu posle šezdesete godine života (WHO, 1994). Životni rizik od preloma uzrokovanih osteoporozom je veoma visok, i kreće se u rasponu 40-50% u ženskoj populaciji i 13-22% u muškoj populaciji (Johnell i sar., 2006, Pintar-Marković, 1996). Osteoporotične frakture su povezane sa hroničnim bolom, ograničenim fizičkim funkcionisanjem i psihosocijalnim oštećenjem (Basat i sar., 2013), što utiče na kvalitet života.

Ova bolest protiče najčešće bez simptoma, do trenutka kada nastaju najteže posledice, odnosno frakture. Smanjenje visine, pogrbljenost i bolovi u leđima najčešće se pripisuju drugim razlozima ili jednostavno starenju. Starenje je povezano sa gubitkom mineralne gustine kosti (BMD) i nemasne mase. Smanjenje BMD može dovesti do osteoporoze, dok atrofija mišića i njihova slabost dovodi do pada mišićne snage (Ryan i sar., 1997). Smanjenje koštane gustine i sarkopenija je praćena i uvećanim rizikom od padova, te i preloma, često nakon minimalnih trauma. Njen neizbežan pratilac je visoka učestalost preloma pršljenjskih tela, podlaktice i vrata butne kosti sa velikim patnjama i invalidnošću.

Farmakološka strategija kao što je korišćenje antiresorptivnih i anaboličkih agenasa koji mogu povećati mineralnu gustinu kosti (BMD) i smanjiti rizik od preloma uzrokovanih

osteoporozom, može biti poprilično skupo. Međutim, opšte mere prevencije i tretman (suplementacijom) kalcijumom i vitaminom D, fizička aktivnost mogu preduhitriti ispoljavanje (nastanak) bolesti, te mogu doprineti i drugim zdravstvenim dobrobitima (Kelley i sar., 2013). Posebnu ulogu zauzima fizička aktivnost za koju važi mišljenje da koristi skeletu. Takođe, fizičkom aktivnošću se može sprečiti rizik od preloma, poboljšati funkcionalnost organizma i kvalitet života.

Cilj prevencije od osteoporoze i osteoporotičnih preloma jeste dostići maksimalnu koštanu gustinu, odnosno pik koštane mase, kod žena povećanje koštane mase pre menopauze, sprečavanje gubitka koštane mase povezanog sa menopauzom i sprečavanje padova (Bachrach i sar., 2001, NIH, 2012, Sumida i sar., 2014). Oko 50 – 70% variranja pika koštane mase u populaciji je određeno genetskim faktorom. Ostale potencijalne odrednice koje deluju sa genetskim faktorima na koštanu masu uključuju pol, prehranu, fizičku aktivnost, izloženost suncu i hormonalne faktore (Bailey, 1997, Marwaha i sar., 2011). Tokom života je neophodno da se obezbedi potrebna količina kalcijuma, vitamina D, proteina, da se upražnjava redovna fizička aktivnost i održava normalna telesna težina (Kelley i sar., 2013).

Ključni period za koštani prirast je adolescencija, posebno period ubrzanog rasta (Bailey, 1997, Janz i sar., 2004), koji osigurava zdravu kost tokom kasnijeg života i smatra se da smanjuje rizik od osteoporoze (Ackerman i sar., 2011, Javaid i Cooper, 2002). Fizička aktivnost dokazano igra značajnu ulogu u povećanju koštane mase tokom detinjstva i adolescencije, u održavanju koštane mase tokom pete dekade života, u usporavanju gubitka kosti sa starenjem i u smanjenju rizika od preloma kod starijih osoba. (Karlsson i Rosengren, 2012, Kohrt i sar., 2004, Nelson i sar., 2004).

Posebnu ulogu zauzima fizička aktivnost kojom se može sprečiti rizik od preloma, poboljšati funkcionalnost organizma i kvalitet života. Koštano tkivo se stalno remodeluje, te kao dinamično tkivo prilagođava se i odgovara na različite nadražaje, kao što su fizička vežba i mehaničke vibracije (Kelly i sar., 2013). Tokom fizičkog vežbanja, mehaničke sile koje deluju na kost kroz sile reakcije podloge (ground reaction forces) i mišićnom kontrakcijom (sila reakcije zglobova) koštane ćelije doživljavaju kao osteogene. Ukoliko opterećenje prelazi prag uobičajenog opterećenja, rezultat će biti održavanje ili dobijanje koštane mase.

Fizički aktivan naćin života tokom perioda premenopauze moųe poboljšati zdravlje kostiju i odgoditi nastanak osteoporoze i sarkopenije povezane sa starenjem, premda nije dobro poznato da li kratkotrajni reųim veųbanja moųe uticati na remodelovanje kosti i poboljšati gustinu kostiju kod žena srednje dobi blizu perioda menopauze (Mohr i sar., 2015). Dugoroćni uticaoj fizićke aktivnosti na kořtani sistem se ispoljava povećanjem mineralne gustine kostiju.

U periodu postmenopauze, redovnom fizićkom aktivnořću se moųe sprećiti opadanje mineralne gustine kosti. Studije su pokazale pozitivan efekat veųbanja na BMD u postmenopauzi (Muir i sar., 2013, Kelly i sar., 2012, Ashe i sar., 2008, Kemmler i sar., 2002). Međutim, joř uvek je predmet rasprave da li sama fizićka aktivnost kod žena u ranoj postmenopauzi moųe poremetiti ili usporiti gubitak mineralne gustine kosti (Kemmler i sar., 2002).

2 TEORIJSKI OKVIR RADA

2.1 KOŠTANO TKIVO

2.1.1 STRUKTURA KOSTI

Kost ima raznovrsan raspored materijalnih (fizičkih) struktura različitih veličina koje skladno funkcionišu da bi vršile različite mehaničke, biološke i hemijske funkcije (strukturna potpora, zaštita i skladištenje ćelija za osnovu, homeostaza jona minerala) (Rho i sar., 1998).

Struktura kosti je hijerarhijski organizovana i složena, te je pri razmatranju građe kosti razmera kosti veoma značajna. Da bi se sagledala arhitektura kosti i otkrila materijalna (fizička) struktura, potrebna je kombinacija različitih tehnika sa svojstvima različitih rezolucija.

Da bi se razumele mehaničke karakteristike koštanog materijala, važno je razumeti mehaničke karakteristike njenih sastavnih delova i njihovih strukturnih odnosa na različitim nivoima hijerarhijske strukture (Rho i sar., 1998; Landis, 1995).

Nivoi strukture kosti, podeljeni u 5 nivoa, su:

- 1) makrostruktura: spongiozna i kortikalna kost;
- 2) mikrostruktura (od 10 do 500 μ): sistem Haversovih kanala, osteoni, pojedinačne trabekule;
- 3) sub-mikrostruktura (1-10 μ): lamele;
- 4) nanostruktura (od nekoliko stotina nanometara do 1 μ) – fibrilarni kolagen i ugrađeni minerali;
- 5) sub-nanostruktura (manje od nekoliko stotina nanometara); molekularna struktura konstitutivnih elemenata, kao što su minerali, kolagen i nekolageni organski proteini.

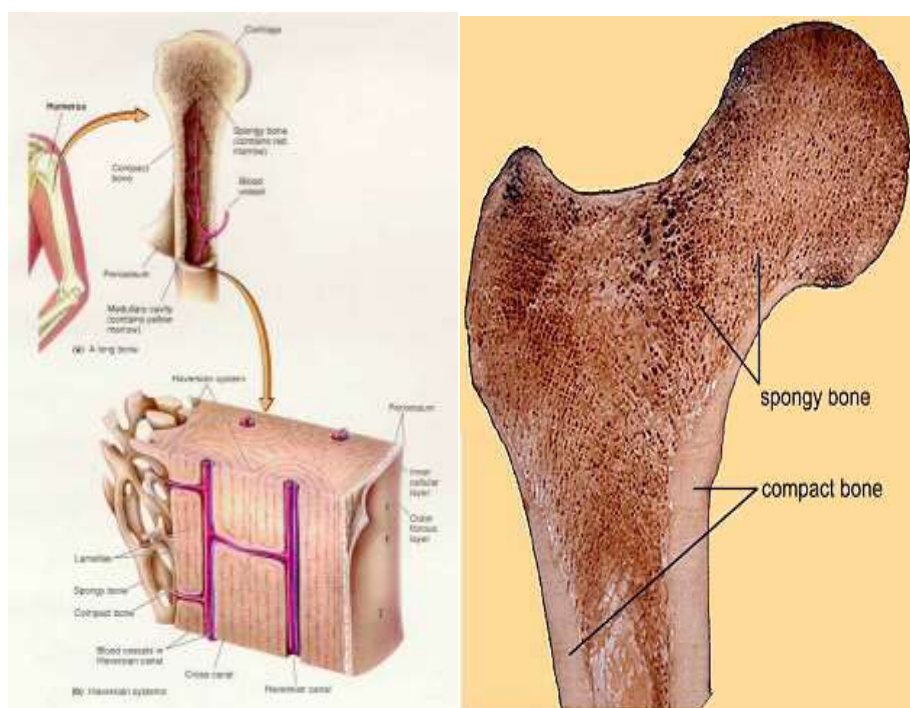
1. Makrostruktura

Na ovom nivou, kost je podeljena na kortikalnu (kompaktnu) i spongioznu (trabekularnu). Iako su obe vrste kosti lako prepoznatljive po svom stepenu poroznosti ili gustine, diferencijacija kreće iz histološke procene mikrostrukture tkiva.

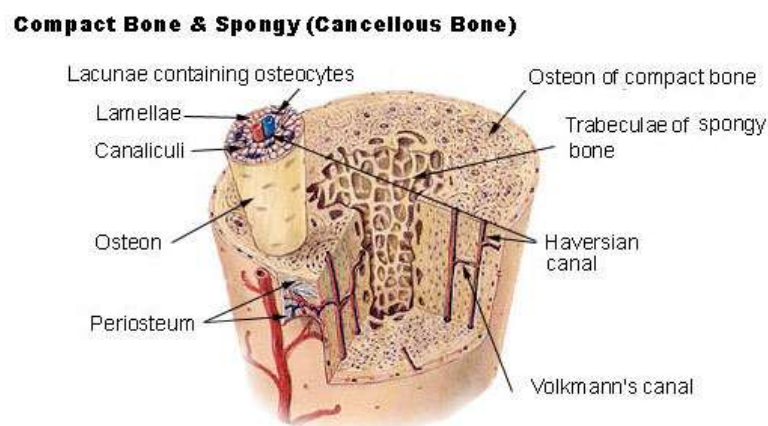
U spongioznoj kosti koštano tkivo oblikuje koštane gredice različitih dimenzija, prema čijem se pravcu grupisanja uočava pravac delovanja sile pritiska i pritiska na kost. Prostor između gredica ispunjava koštana srž. Kompaktna kost prekriva površinu svih kostiju. Ona gradi površinske delove svih kostiju, te se i naziva stoga kortikalna (Đudarić i sar., 2013).

Tabela 1. Karakteristike spongiozne i kortikalne

Spongiozna kost	Kortikalna kost
Visoko porozna	Mnogo manje porozna
Velika koncentracija krvnih sudova i visok odnos ćelija kosti	Malo krvnih sudova i nizak odnos ćelija kosti
Mala gustina	Prilično velika gustina
Slaba mehanička svojstva	Dobra mehanička svojstva



Slika 1: (Levo) Anatomija duge kosti i Haversovi sistemi. (Desno) Duga kost - kortikalna i spongiozna kost.



Slika 2. Anatomija spongiozne kosti

2. Mikrostruktura – Haversovi sistemi

Mineralizovana kolagena vlakna formiraju lamele središnjeg osnovnog sistema (široke 3 –7 μ m). Lamelle mineralizovanog kolagena, koje predstavljaju raspoređene Haversove lamele, formiraju koncentrične slojeve oko centralnog, Haversovog, kanala, te zajedno čine osnovnu morfološku jedinicu kompaktne kosti - **osteon** ili **Haversov sistem**. Osteon izgleda kao cilindar, prečnika 200-250 μ m, i paralelan je sa osovinom kosti (Bullough, 1992). Osteonu pripadaju krvni sudovi i nervna vlakna, koja se nalaze u Haversovom kanalu. Haversove kanale povezuju poprečno postavljeni Volkmanovi kanali, a oni, kao i prethodni sadrže krvne sudove i nervna vlakna. Koštane lamele su međusobno paralelno raspoređene. U pojedinoj koštanoj lameli su šupljine u kojima su osteociti.

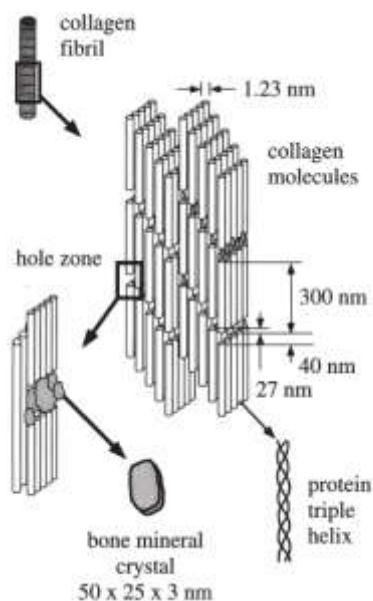
3. Sub-mikrostruktura

Koštane lamele su debljine 3-7 μ m, ali raspored i orijentacija lamela nije dobro poznata. Mogu postojati razlike u lamelama kortikalne i spongiozne kosti (Đudarić i sar., 2015, Rho i sar., 1998). Sveukupno, kolagen ima osnovnu paralelnu orijentaciju, ali vlakna formiraju kontinuum kako u jednoj lameli, tako i između njih.

4. Nanostruktura: kolagena vlakna od 100 nm do 1 mm

Mineralizovani kolageni filament osnovni je gradivni element kosti. Najistaknutije strukture koje se vide na ovoj skali su kolagena vlakna, okružena i infiltrirana mineralima.

Filamente (fibrile) čine pojedinačna kolagena vlakna, paralelno orijentisana, dugačke 300 nm. Svako vlakno je odvojeno 68 nm od prethodnog i sledećeg vlakna, i 1,5 nm od vlakna sa strane. Razmak između kolagenih vlakana iznosi 40 nm, a u tim razmacima započinje odlaganje minerala na površini kolagenih vlakana (Erjavec, 2014).



Slika 3. Šematski dijagram – sklop kolagenih vlakana, filamenata i mineralnih kristala (preuzeto iz Rho i sar. 1998).

5. Sub – nanostruktura - Kristali i kolagena vlakna do nekoliko desetina nanometara

Tri glavna materijala u nanostrukтури su kristali, kolageni i nekolageni organski proteini. Zreli kristali nisu u obliku igle, već u obliku tanjira. Kristali apatita kostiju se javljaju u okviru diskretnih prostora u kolagenim vlaknima, čime se ograničava mogući primarni rast mineralnih kristala, te su kristali prisilno diskretni i isprekidani. Nanokristalni apatit kosti ima malu, ali značajnu količinu nečistoća kao što su HPO_4 , Na, Mg, citrati, karbonat, K, i dr., čije pozicije i konfiguracije nisu u potpunosti poznate (Kuhn-Spearing i sar., 1996). Primarna organska komponenta matrice je kolagen tipa I. Nekolageni organski proteini, uključujući fosfoproteine, kao što su osteopontin, sialoprotein, osteonektin i osteokalcin, mogu funkcionisati tako da regulišu veličinu, orijentaciju i kristalne navike mineralnih naslaga.

2.1.2 SASTAV KOSTI

Kost čini 60-70% minerali (anorganski deo), 30-40% organski matriks, ćelije i voda.

Mineralni deo koštanog matriksa osigurava čvrstoću (tvrdoću) koštanog tkiva. Najvećim delom je sačinjen od kalcijumovih soli koje čine 50–70 % koštane mase. Kalcijum se u kostima najvećim delom nalazi u vezi sa fosfatima (kalcijum-fosfat $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) u obliku kristala hidroksiapatita i čini 95% mineralnog sadržaja. Hidroksiapatit je kompleksna so kojoj je kalcijum središnji jon. Preostali deo pripada karbonatnim, hloridnim, fluoridnim i citratnim solima magnezijuma, natrijuma i drugih metala inkorporiranih u kristalnu rešetku ili apsorbovanih na kristalnu površinu.

Organski deo koštanog matriksa čini vanćelijski matriks koji daje elastičnost i osnovu mineralizacije koštanom tkivu, a čini od 20% do 40% koštane mase. (Đudarić i sar., 2015). Najveći deo, oko 95%, u vanćelijskom matriksu čine molekule kolagena, dok ostatak čine nekolageni glikoproteini, hijaluroni i proteoglikani (Gentili i Cancedda, 2009). Kolageni su velika porodica proteina koje kodira 38 gena dajući pritom 20 različitih tipova molekula kolagena (Young, 2003). Kolagen tip I je najzastupljeniji kolagen koštanog tkiva i nosilac je njegovih biomehaničkih svojstava. Kolagen tipa I je sintetizovan u prokolagen koji je rastvorljiv u vodi, a stvaraju ga osteoblasti. Prilikom stvaranja koštanog vanćelijskog matriksa, zrele molekule kolagena tipa I se spontano slažu u fibrile. Fibrili se stvaraju tako što se od malog broja pojedinačnih molekula stvara jedro molekule koja brzo raste stvarajući velike fibrile. Kompozicija organskog i mineralnog sadržaja koštanog matriksa osigurava optimalna biomehanička svojstva koštanog sistema.

Voda ima važnu ulogu u mehaničkim osobinama kosti, a nalazi se između trostruke uzvojnice kolagenog vlakna.

2.2 REMODELOVANJE KOSTI

Kost je izuzetno dinamično tkivo koje prilagođava svoju masu i arhitekturu fiziološkoj i mehaničkoj okolini. Remodelovanje je odgovor koštanog tkiva na biomehaničke i metaboličke zahteve organizma s ciljem održavanja homeostaze koštanog sistema. Ovo je celoživotni proces koji uključuje resorpciju (razgradnju) i formiranje (izgradnju i osifikaciju) kosti, konstantan proces otklanjanja koštanih ćelija i zamene koštanog tkiva (Morseth i sar, 2011). Za održavanje koštane mase konstantnom, ravnoteža između procesa resorpcije i formiranja vrlo je važna, što znači da volumen odstranjene oštećene kosti mora biti zamenjen jednakom količinom zdrave nove kosti (Seeman, 2006). Disbalans u ovim procesima može da prouzrokuje osteoporozi (Morseth i sar., 2011). Ovi procesi, takođe, kontrolišu preoblikovanje ili zamenu kosti tokom rasta i posle povrede, kao što su prelomi, ali i mikrooštećenja (sprečava nakupljanje koštanih mikrooštećenja kroz zamenu stare kosti novom) koja se javljaju tokom normalne aktivnosti. Ovaj proces je neophodan u održavanju jačine kosti i mineralne homeostaze metabolizma kalcijuma i fosfora (Usha Kini & Nandeesh, 2012).

Ciklus remodelovanja kosti obuhvata niz izuzetno regulisanih koraka koji zavise od interakcije koštanih ćelija – osteoblasta, osteoklasta i osteocita (Fraher, 1993). Proces započinje aktivacijom osteoklasta koji lučenjem enzima rastvaraju mineralno koštano tkivo. Šupljine koje tada nastaju, osteoblasti ispunjavaju osteoidom koji se kasnije mineralizuje. Ceo proces je regulisan i delovanjem osteocita, koji imaju mehanoreceptorska svojstva i citokinima, poput sklerostina, utiču na ćelijsku interakciju.

Aktivator receptora za nuklearni faktor (κ B) RANK), njegov ligand (RANKL) te osteoprotegerin (OPG) ključni su regulatori remodelovanja kosti. Osteoblasti luče ligand receptora za aktivaciju nuklearnog faktora (RANKL), molekul koji uz makrofagni stimulator rasta kolonija (M-CSF) potiče diferencijaciju osteoklasta. Osteoklasti na svojoj površini eksprimiraju receptor za RANKL, receptor za aktivaciju nuklearnog faktora κ B. Međudelovanjem RANKL-a i RANK-a dolazi do aktivacije osteoklasta, te se stimuliše preživljenje aktiviranih osteoklasta. Osteoprotegerin (OPG) luče osteoblasti, osteociti i stromalne stanice. Po svojoj strukturi je homolog RANK-u, te deluje kao antagonist RANKL-

a. OPG je jedan od regulatora remodelovanja kosti, jer deluje kao inhibitor međudelovanja RANKL-a i RANK-a (Erjavec, 2014, Boban, 2011).

Mogućnost postizanja pika koštane mase je do 30-te godine života. Nakon tog perioda, započinje postepen gubitak koštane mase da bi se on rapidno intenzivirao kod žena sa ulaskom u menopauzu.

Remodelovanja uključuju očuvanje mehaničke snage kosti tako što se stara mikrooštećena kost zameni zdravijom kosti, kada postoji očuvana homeostaza kalcijuma i fosfora. Relativno niska stopa koštanog prometa odrasle kortikalne (kompaktne) kosti, 2-3% godišnje, odgovarajuća je za održanje biomehaničke snage kosti. Stopa prometa trabekularne kosti je veća, oko 25% godišnje, više nego što je potrebno za održavanje mehaničke snage, što ukazuje da je promet trabekularne kosti važniji za mineralni metabolizam (Đudarić i sar, 2014).

2.2.1 REMODELOVANJE KOSTI I MEHANIČKO OPTEREĆENJE

Najveći poticaj za stvaranje nove kosti je fizički pritisak koji deformiše kost, tako da se najveći efekat na remodelovanje kosti može postići dinamičkim naprežanjem, vežbama koje opterećuju kosti i zglobove. Vežbe kod kojih deluje samo sila mišića na kost imaju slabiji uticaj.

Aktivnosti velikog opterećenja (high impact), kao što su skvoš, tenis, badminton, na primer, su u većoj meri osteogene, nego trčanje, biciklizam, plivanje, hokej na ledu. Studije koje uključuju vežbanje ljudi takođe podržavaju podatke iz studija nad životinjama gde lokalno opterećenje uključuje promene u arhitekturi kosti na specifičnoj strani. Kod tenisera ili bacača u bejzbolu, na primer, hipertrofija humerusa se javlja samo u ruci kojom se igra i koja je bila pod nadražajem opterećenja. Humerus dominantne ruke tenisera je povećane koštane čvrstoće zbog povećane veličine kosti, pri čemu zapreminska gustina kosti tome ne doprinosi, odnosno ne razlikuje se naspram humerusa nedominantne ruke (Erlich i Lanyon, 2002). Biomehanička optimiziranost humerusa dominantne ruke nije ostvarena povećanjem koštane mase nego specifičnim remodelovanjem koštane mase u skladu sa biohemijskim zahtevima prilikom igranja tenisa (Đudarić i sar., 2014).

U odsustvu mišićne aktivnosti, u odsustvu gravitacije (svemirski let, ležanje) biohemijski signali rezultiraju povećanom resorpcijom. S druge strane, odgovarajuće vrste, količine i smerovi delovanja sile rezultiraju održavanjem koštane mase, formiranjem kosti i/ili promenama u morfologiji (npr. povećanjem poprečnog preseka površine kosti i povećanjem debljine kortikalne kosti) koje poboljšavaju jačinu kosti.

Remodelovanjem se postiže biomehaničko prilagođavanje kosti sa minimalnom količinom koštanog materijala. Kada bi se čvrstoća koštanog sistema ostvarivala samo na račun povećanja koštane mase, masivni koštani sistem predstavljao bi opterećenje za organizam. Utvrđeno je da osetljivost vrata butne kosti kod žena starije dobi nije posledica samo gubitka koštane mase, nego i neadekvatnog remodelovanja postojeće koštane mase (Đudarić i sar., 2014).

2.3 BIOHEMIJSKI MARKERI KOŠTANOG REMODELOVANJA

Tokom procesa remodelovanja, u krvi i urinu se pojavljuju produkti koji se mogu kvantifikovati i na osnovu kojih se može proceniti koštani metabolizam i remodelovanje. To su specifični molekuli koštanog tkiva, enzimi i ne-enzimski peptidi koji se oslobađaju iz ćelija i ne-ćelijskih struktura kosti. Klinički značajna je podela na biohemijske markere formiranja i resorpcije kostiju. Marker formiranja kostiju su proizvodi aktivnih osteoblasta i ukazuju na njihovu aktivnost i formiranje kostiju. Marker resorpcije kostiju su proizvodi aktivnosti osteoklasta i proizvodi raspadanja kolagena kostiju (Milinković, 2014).

Markeri koštanog formiranja (preuzeto iz Novaković-Paro, 2013):

- osteokalcin (serum)
- ukupna i za kost specifična alkalna fosfataza (serum)
- prokolagen tip I C-terminalni propeptid (PICP) (serum)
- prokolagen tip I N-terminalni propeptid (PINP) (serum)

Markeri koštane resorpcije:

- kolagen tip I unakrsnih veza C-telopeptid (CTX) (serum, urin)
- kolagen tip I unakrsnih veza N-telopeptid (NTX) (urin)
- karboksiterminalni telopeptid tip I kolagena (ICTP) (serum)
- rezistentna kisela fosfataza (TRACP) (serum)
- tartarat rezistentna kisela fosfataza 5b (TRACP 5b) (serum)
- ukupni i slobodni piridolin (PYD, f-PYD)
- ukupni i slobodni deoksipiridolin (DPD, f-DPD) (urin)

Pri određivanju i analizi dobijenih vrednosti biohemijskih markera bitno je uzeti u obzir preanalitičku i analitičku varijabilnost. Preanalitički faktori varijabilnosti su podeljeni u dve kategorije: nekontrolisani (godine života, pol, status menopauze, etnička i geografska pripadnost, trudnoća i laktacija, prisustvo bolesti, doživljene frakture, uzimanje lekova, mirovanje i imobilizacija) i kontrolisani (dnevno-noćni ritam, fizička aktivnost, ishrana, menstruacioni ciklus i sezonske varijacije) (Hannon & Estell, 2000). Analitički faktori varijabilnosti: mikroheterogenost biomarkera, kao npr. stepen glikolizacije ALP, razgradivost markera na više različitih fragmenata kao što to je slučaj kod osteokalcina, netačnost metode zbog neusklađenih kalibracija, specifičnost protutela i npr. inhibitori enzimskih aktivnosti) (Čepelak i Čvorišćec, 2009). Analitička varijabilnost se smanjuje prvenstveno korišćenjem automatskih analizatora, ali i korišćenjem testova sa većim stepenom preciznosti i osetljivosti (Garnero i sar., 2006).

Biohemijski markeri koštanog remodelovanja su fiziološki povećani i u ravnoteži u detinjstvu, za vreme rasta, i zarastanja rana, pa imaju mali dijagnostički značaj. Kada postoji neravnoteža u procesu remodelovanja koštanog tkiva, dolazi do promene mase i oblika kostiju, tako da promene biomarkera koštanog remodelovanja mogu da kažu u kom pravcu se menja metabolizam kostiju (ubrzan ili usporen) (Milinković, 2014).

Kod muškaraca, najniži nivo markera koštane resorpcije u urinu su u četvrtoj i petoj deceniji, bez naknadne promene ili manjeg povećanja sa godinama.

Kod žena, markeri koštanog remodelovanja se povećavaju u menopauzi. Nivo većine koštanih biomarkera je značajno viši kod postmenopauzalnih žena u odnosu na žene u premenopauzi.

Zbog varijabilnosti biomarkera pod dejstvom fizioloških i patoloških uticaja, neophodno je određivanje referentnog ranga za populaciju u regionu. Potrebno je odrediti referentni rang za određenu analitičku metodu za zdrave žene u premenopauznom periodu, a potom, u odnosu na njega i za žene u postmenopauzi (Eastell i sar, 2012).

Na nivo biohemijskih markera koštanog remodelovanja utiče upotreba lekova poput HRT, bisfosfonata, oralnih kontraceptiva, SERMs, glikokortikoida kao i prisustvo bolesti i stanja sa reperkusijama na koštano tkivo poput bolesti štitaste i paraštitastih žlezda, bolesti bubrega, maligniteti...

Alkalna fosfataza (ALP)

Alkalna fosfataza (ALP) je glikoprotein koji se nalazi u većini tkiva i organa ljudskog organizma. Precizna fiziološka funkcija ALP još uvek je nejasna, ali se pretpostavlja njena uloga u stvaranju osteoida i mineralizaciji kostiju (Čepelak i Čvorišćec, 2009). Kod ljudi četiri različita gena kodiraju stvaranje izoenzima alkalne fosfataze - tri tkivno specifična i jedan tkivno nespecifična. Koštani (BALP) i jetreni (JALP) oblici ALP koji su najzastupljeniji u serumu, nastaju posttranslacionim modifikacijama, tačnije različitim stepenom glikozilacije tkivno nespecifičnog genskog produkta. U serumu odraslih zdravih osoba oko 50% ukupne aktivnosti ALP potiče iz jetre te oko 50% iz kostiju, dok u serumu dece i adolescenata prevladava BALP što odražava promene metabolizma kosti. Muškarci imaju veće vrednosti ukupne ALP od žena, verovatno zbog suprimirajućeg delovanja estrogena na metabolizam kostiju, a kod oba pola se povećava linearno sa godinama (Čepelak i Čvorišćec, 2009).

Osteokalcin

Osteokalcin (OC) je mali protein koji stvara osteoblasti (u stadiju) tokom procesa koštanog remodelovanja i mineralizacije koštanog matriksa. S druge strane, on inhibira aktivnost osteoblasta i na taj način sprečava prekomernu mineralizaciju. S obzirom na to da novija istraživanja govore o interakciji koštanog sa drugim tkivima i organskim sistemima, uloga osteokalcina se ne bazira samo na koštanoj mineralizaciji i remodelovanju, već mu se pripisuju i druge, poput uloge u energetskom metabolizmu.

Kolagen tip I unakrsnih veza C-telopeptid (CTX)

Matriks se primarno sastoji od vlakana kolagena (uglavnom tip I). Tip I kolagen je glavni kolagen, koji ima heliksnu strukturu, tako da se ukršteno vezuju amino- i karboksilni krajevi molekula. Ukrštene veze kolagena su piridinolini koji su otporni na degradaciju i oslobađaju se za vreme resorpcije kostiju. U literaturi se često koriste dva naziva kao sinonimi za telopeptide kolagena: beta-CTX i beta-crosslaps.

U toku resorpcije kostiju beta-CTX se oslobađa u cirkulaciju i predstavlja specifičan biomarker degradacije zrelog kolagena tipa I (Christgau i sar., 2000), te njegovo određivanje ima veliki značaj kod osoba sa metaboličkim oboljenjima koštanog tkiva. Povećani nivoi beta-CTX posledično ukazuju na povećanu resorpciju kostiju (Milinković, 2014).

2.3.1 BIOHEMIJSKI MARKERI KOŠTANOG REMODELOVANJA I FIZIČKA AKTIVNOST

Vežbanje ima direktne osteogene efekte koji se prenose putem napona mehanotransdukcije na osteoblaste i osteocite (Turner, 2006). Efekat vežbanja na nivo koštanih biomarkera je teško kvantifikovati, jer zavisi od starosti ispitanika i vrste i intenziteta vežbi.

Uticaj vežbanja na koštanu gustinu (BMD) je procenjivan kod mladih i starijih ispitanika i u transverzalnim i u studijama intervencije. Ipak, specifični mehanizmi pomoću kojih fizička aktivnost utiče na metabolizam kosti još uvek nije temeljno shvaćen. Široko je priznato da povećanje koštane mase vežbanjem uglavnom predstavlja odgovor na povećanje mehaničkog naprezanja, ali drugi parametri, kao što su endokrine promene, verovatno će doprineti adaptaciji skeleta (Maïmoun i Sultana, 2011). Naročito se malo zna o promenama u koštanom prometu izazvanim različitim oblicima sistematskog vežbanja. S obzirom na to da promene u koštanj masi proizilaze iz usporavanja metaboličkih procesa, markeri koštanog remodelovanja treba da budu korisni za ispitivanje akutnih efekata vežbanja na remodelovanje kosti.

Merenje koštane gustine nije adekvatan način za otkrivanje malih i akutnih promena u koštanom metabolizmu, kao što se može desiti (javiti) nakon jednog fizičkog vežbanja ili programa treninga. Štaviše, kod sportista relativna stabilnost koštane mase tokom sportske

sezone (Jurimae i sar., 2006; Bennell i sar., 1997) ukazuje da se mora razviti osjetljivija tehnika kako bi se otkrile i najmanje promene (varijacije) u koštanom statusu. Izgleda da su markeri remodelovanja kosti dovoljno osjetljivi da odrede odgovor kosti na određenu vežbu i tako doprinesu određivanju efekta vežbe na kost.

Vežbanje verovatno povećava koštanu masu menjajući ravnotežu između formiranja i resorpcije kosti. Međutim, intervencije vežbi koje povećavaju koštanu masu ne dovode uvek do promena koje se mogu prepoznati prema biohemijskim markerima koštanog remodelovanja u serumu pre i nakon intervencije (Rogers i sar., 2011, Ryan i sar., 1994).

Studije koje koriste koštane markere radi procene direktnog uticaja fizičke aktivnosti na koštani metabolizam, moraju kontrolisati biološke faktore kao što su pol, godine, dnevne ili sezonske varijacije (Maïmoun i Sultana, 2011).

Vreme uzorkovanja krvi je posebno važno. Standardni protokol za određivanje markera koštanog remodelovanja u serumu je takav da se meri nakon noćnog posta i nakon 24 do 48 sati od treninga da bi se smanjila intraindividualna, interindividualna i biološka varijabilnost (Banfi i sar., 2010; Seibel, 2005). Produženi intenzivni trening izaziva bifazni odgovor zapremine plazme. Ovo karakteriše hemokoncentracija tokom vežbanja, nakon čega sledi hemodilucija koja ne prelazi 10% u narednih 12 do 48 sati nakon vežbanja (Maïmoun i Sultana, 2011, Fellmann, 1992). Kod odraslih netreniranih osoba, nakon jednog treninga može doći do povećanja PICP, CTX-MMP i urinarnog pirinidolina (15-45%) koje može trajati do 72 sata (Brahim i sar, 1996; Novaković-Paro, 2013). Stoga je moguće da protokol za određivanje markera remodelovanja sprečava prepoznavanje efekta treninga. Trebalo bi razviti standardnu proceduru koja uzima u obzir uticaj dnevnih varijacija (slično vreme evaluacije) i unos hrane.

Kratkotrajni post (jednodnevni post) smanjuje dnevne varijacije markera resorpcije kosti beta-crosslapsa, ali ne menja dnevne varijacije markera formiranja kosti osteokalcin (OC) i alkalnu fosfatatazu specifičnu za kost (BAP). Duži period posta (npr. period od 4 dana) ili smanjenje dostupnosti energije (npr. u periodu od 3 dana) može da potisne koncentracije markera formiranja kosti u serumu (npr. osteokalcin u plazmi). Pored toga, smanjeni unos energije smanjuje povećanje formiranja kosti koje dolazi nakon intenzivnog treninga ili aerobnog treninga visokog udarnog karaktera.

Za sada je teško dobiti tipičan odgovor na različite vrste vežbi, verovatno zato što mnogi faktori, poput pola i fizičke kondicije menjaju odgovore. Štaviše, trenutno nije poznato da li su varijacije merene u ovim markerima delimično posledica promene metabolizma i/ili očvršćavanja. Ipak, koštani markeri mogu doprineti razjašnjavanju procesa koštanog prometa i uticaja različitih vrsta treninga. Još uvek su potrebni ključni podaci o tome kako vežbanje utiče na biohemijske markere koštanog remodelovanja tako da se mogu pogodno koristiti u sportskom kontekstu. Posebno je važno pitanje da li rano variranje u koštanom prometu, koje je izazvano vežbanjem, može da se koristi za predviđanje dobitka koštane mase u budućem periodu.

Studija Maïmoun i Sultana (2011) došla je do zaključka da (1) sportisti prolaze kroz proces koštanog remodelovanja koji je generalno ubrzan u poređenju sa sedentarnim osobama. Ipak, vrsta treninga i različiti elementi treninga (npr. težina, udar (impakt), aerobni i anaerobni) mogu izmeniti nivo koštanog prometa. (2) Dalje, izgleda da visoko (dobro) utrenirane osobe imaju relativno stabilno koštano remodelovanje tokom sportske sezone, dok kod netreniranih osoba program fizičke aktivnosti menja (modifikuje) funkcije osteoblasta i/ili osteoklasta toko dužeg perioda. U svakom slučaju, modifikacija zavisi od vrste treninga. (3) Izgleda da vežbanje nema značajan kratkoročni uticaj na koštani promet, i, da bi se otkrile male varijacije, potrebno je praćenje tokom perioda oporavka.

2.4 MINERALNA KOŠTANA GUSTINA I OSTEOPOROZA

Mineralna gustina kosti (BMD) je jedini merljivi pokazatelj čvrstine (snage) kosti, značajan pokazatelj preloma, ali se ne može poistovetiti sa čvrstinom. Koštana čvrstina integriše koštani kvantitet (mineralna gustina, dijametar kosti, debljina korteksa) i kvalitet (mikroarhitektonika, koštani promet) (Leall i sar., 2011).

Postizanje maksimuma koštane mase i težnja za očuvanjem koštanog zdravlja bitna je u prevenciji osteoporoze koja pripada masovnim nezaraznim bolestima i u čijoj osnovi je nastanak fraktura sa značajnim morbiditetom i mortalitetom, što nije bitno sa samo medicinskog, već i socioekonomskog aspekta. U svetu ima oko 200 miliona ljudi sa ovom bolešću (Fernandes Moreira i sar., 2014). Smatra se da je u Srbiji ovom bolešću pogođeno oko 375 hiljada žena. Pojavljuje se češće kod žena nego kod muškaraca, a o masovnosti obolelih govori činjenica da jedna od tri žene i jedan od 12 muškaraca iznad 50 godina života ima osteoporozu.

Osteoporoza je poremećaj skeleta u čijoj osnovi je poremećaj koštane čvrstine koji vodi povećanju rizika za nastanak fraktura (North American Menopause Society, 2010). Ovu bolest odlikuje smanjena koštana masa i poremećaj mikroarhitekture koštanog tkiva, što dovodi do povećanja fragilnosti i mogućnosti za nastanak preloma kosti (Kanis i sar, 2007). Najčešće se susreću frakture podlaktice, pršljenova i vrata butne kosti, uz koje idu bolovi, funkcionalna oštećenja ili čak i invaliditet (Pintar-Marković, 1996).

Ulaskom žene u menopauzu, povećava se stopa resorpcije kosti, što ukazuje na hormonski uticaj na gustinu kosti. Ovo se objašnjava padom lučenja estrogenih hormona jajnika, što prati povećanje resorpcije (gubitak kosti može iznositi 5-10% godišnje) i takav gubitak se ne može nadoknaditi stvaranjem nove kosti. Većina žena dosegne menopauzu između 45 i 55 godina, ali se može pojaviti i ranije, u 30-im ili 40-im godinama, ili može da se ne pojavi dok žena ne dosegne svoje 60-te godine. Prosečna dob menopauze je 51 godina. Gubitak koštane mase počinje da se ubrzava približno 2 do 3 godine pre poslednje menstruacije, i to ubrzanje završava 3 do 4 godine nakon menopauze. U intervalu od nekoliko godina oko menopauze, žene godišnje gube oko 2% kosti, nakon toga se gubitak kosti smanjuje na oko 1% do 1,5% godišnje (Recker i sar, 2000, Recker i sar, 1977).

Žene koje dožive menopauzu u 40. ili pre 40. godine, bilo spontano ili pod dejstvom (npr. oforektomija, hemoterapija, terapije zračenja karlice), imaju veći rizik od niskog BMD nego žene istih godina koje nisu dostigle menopauzu. Međutim, oko 70. godine starosti, kada se češće javljaju frakture, ove žene imaju isti rizik od niskog BMD ili preloma, kao i žene koje su ušle u menopauzu u prosečnoj starosti (North American Menopause Society, 2010).

Strategija za prevenciju osteoporotičnih preloma kod žena jeste postići maksimalni pik koštane mase, povećanje koštane mase pre menopauze, sprečavanje gubitka koštane mase povezanog sa menopauzom i sprečavanje padova (Sumida i sar, 2014).

Najvažniji oblici generalizovane osteoporoze:

- 1) primarna osteoporoza - postmenopauzalan ili senilna (tip I i II), idiopatska kod mladih odraslih osoba, akutna juvenilna;
- 2) sekundarna osteoporoza - hormonski poremećaji, poremećaji prehrane, bolesti vezivnog tkiva, proliferacijski poremećaji koštane srži (Stavljenić Rukavina, 1996).

Pri dijagnostikovanju osteoporoze, važno je proceniti faktore rizika za nastanak i razvoj osteoporoze (preuzeto od Novaković-Paro, 2013):

Nepromenljivi faktori rizika za osteoporozu:

- pol
- etnička pripadnost
- pozitivna porodična anamneza
- godine života

Potencijalno promenljivi faktori rizika za osteoporozu

- životni stil (inaktivitet, konzumiranje alkohola, pušenje cigareta, ishrana, intenzivni treninzi u pojedinim sportovima)
- niska telesna težina
- ekspozicija teškim metalima
- imobilizacija
- bolesti i patološka stanja (hipogonadizam, endokrinološke bolesti, bolesti gastrointestinalnog trakta, bubrega, inflamatorne, reumatske bolesti, hematološke

- bolesti, bolesti lokomotornog sistema, poremećaji ishrane, genetske i hromozomske anomalije
- upotreba lekova (kortikosteroidi, litijum, antikonvulzivi, inhibitori
- aromatize, inhibitori protonske pumpe, antikoagulansi.

Svetska zdravstvena organizacija osteoporozu je dijagnostikovala ukoliko izmerena mineralna koštana gustina (BMD) odstupa za $-2,5$ SD i više u odnosu na srednju vrednost pika koštane mase zdravih mladih odraslih osoba izmereno dvostrukom X zračnom absorpcijom koja se smatra zlatnim standardom osteodenzitometrijskih merenja (WHO, 1994). Smatra se da DXA-om izmerena površinska mineralna gustina kosti (BMD) ima prihvatljivu pouzdanost predviđanja rizika od preloma (Marshall i sar, 1996). Ova metoda je brza, precizna, nije štetna ni za ispitanika, ni za ispitivača, a rezultat koštane gustine celog tela dobija se merenjem regiona lumbalne kičme, kuka ili celog tela.

2.5 FUNKCIONALNA ADAPTACIJA KOSTI

Termin funkcionalna adaptacija opisuje sposobnost organizma da poveća svoje kapacitete da bi ostvario svoju funkciju na osnovu povećanih zahteva i da bi smanjio svoje kapacitete pri smanjenoj potražnji (Frost, 1964). Skeletna tkiva uopšte, a posebno kosti, sposobne su da izdrže funkcionalna opterećenja, bez lomljenja ili izražavanja velike štete, jer su razvila sposobnost da prilagode svoju arhitekturu u skladu sa uobičajenim opterećenjima u okolini (Lanyon, 1984; Rubin i Lanyon, 1984). Arhitektura kosti zavisi od dva glavna faktora. Prvi je nasledni faktor koji se nalazi u genetskom programu koštanih ćelija, a drugi faktor je sposobnost koštanog tkiva da odgovori na mehaničke sile koje deluju na kost. Mehaničko opterećenje igra važnu ulogu u preoblikovanju kosti, kako u kortikalnoj, tako i u trabekularnoj kosti, budući da je očigledan efekat opterećenja na morfologiju kosti. Ono je prilagođeno tako da izdrži svakodnevne napore, ali i da podnese sile koje se javljaju prilikom izrazitih napora, kao što su brzo trčanje, skakanje ili borba.

Julius Wolff je prvi primetio odnos između strukture kosti i primenjenog opterećenja. Njegov „zakon transformacije kosti“ glasi: „Svaka promena u formi i funkciji kosti ili samoj funkciji je praćena određenim promenama u svojoj unutrašnjoj arhitekturi i jednaka je promenama u svojoj spoljašnjoj arhitekturi, u skladu sa matematičkim zakonima“. Kost će se formirati na mestu gde je povećano opterećenje, a resorbovati se na mestu gde je smanjen nivo opterećenja. Kost neprekidno prolazi kroz proces rasta, ojačavanja i resorpcije i to se naziva adaptacija kosti. Proces adaptacije kosti u živim kostima su mehanizmi pomoću kojih kost prilagođava svoju celokupnu arhitekturu (strukturu) pod uticajem spoljašnjih faktora (Frost, 1964).

Prema Frost-u (1964), napravljena je razlika prema uzroku procesa između površinske i unutrašnje adaptacije naprežanjem – remodelovanjem. Unutrašnje remodelovanje je fiziološki proces koji je regulisan hormonima, te joj je cilj održavanje koncentracije kalcijuma u kostima. Spoljašnje remodelovanje je adaptivan proces koji zavisi od mehaničkog opterećenja kosti, a cilj joj je očuvati mehanička svojstva kosti i prilagoditi strukturu kosti kao odgovor na mehaničke zahteve (Leder i Jurčević Lulić, 2013; Doblare i Garcia, 2002).

Frost je uporedio adaptaciju naprežanjem sa mehanostatom koji se isključuje pri normalnim fiziološkim naprežanjima, i uključuje kao odgovor na naprežanja koja su izvan

normalnih fizioloških granica (Erlich and Lanyon; 2002; Frost, 1987). Njegova teorija „mehanostata“ se bazira na tome da lokalna deformacija načinjena mehaničkim opterećenjem stimuliše ćelije kosti, što rezultira adaptacijom kosti, pod uticajem parametara kao što su starost, pol, životna sredina, geni, ishrana i sistemski biohemijski faktori.

Tri pravila adaptacije kosti na mehaničko opterećenje (Bubanj i Obradović, 2002):

1. adaptacija kosti se javlja češće pod uticajem dinamičkog opterećenja, a ređe pod uticajem statičkog opterećenja,
2. potreban je određeni period primene mehaničkog opterećenja da bi se došlo do odgovora u vidu promene,
3. ćelije kosti se prilagođavaju na uobičajene uticaje mehaničkog opterećenja i to ih čini manje osetljivim na signale standardnih opterećenja.

2.5.1 EFEKAT MEHANIČKOG OPTEREĆENJA NA KOST

Opterećenje koje se primenjuje na kost se zove stres, definisano kao sila podeljena po površini (odnos sile i površine) (Turner i Burr, 1993). Primenjena opterećenja uzrokuju mehaničke deformacije koštanog tkiva, a ove deformacije se mogu meriti kao naprezanja (opterećenja). Naprezanje je odnos količine skraćenja (Δl) podeljen originalnom dužinom (Ackerman, 2011), obično izražen u mikronaprezanjima, 10^{-6} (tj. kost dužine 500 mm koja je izložena deformaciji od 0,5 mm, daje opterećenje od 0,001 ili 0,1%, što je jednako 1000 mikronaprezanja). Kost može biti izložena silama pritiska (kompresija), silama istezanja (elongacija) ili silama uvrtnja (torzija), a u većini slučajeva, sile kombinovano utiču na kost (Morseth i sar., 2011).

Eksperimentima na modelima kosti životinja zaključilo se da periodi opterećenja treba da budu vrlo kratki da stimulišu adaptivne odgovore. Formiranje kosti pokreće prag i pod uticajem je deformacije pri naprezanju, frekvencijom, veličinom, trajanjem opterećenja i interpolacijom perioda odmora (Erlich i Lanyon, 2002). Fiziološka zona opterećenja, prema Frostovoj teoriji mehanosta, održava homeostazu procesa remodelovanja, a nalazi se između

donjeg i gornjeg praga (granice) opterećenja. Ispod donjeg praga (200 mikronapreznja) je „minimalno efikasno opterećenje za remodelovanje“ te nadražaji nisu dovoljni da bi podstaklo formiranje koštane mase, pa dolazi do resorpcije kosti. Ovo ukazuje na to da neaktivnost dovodi do gubitka koštane mase. Iznad gornjeg praga (2000 mikronapreznja) je „minimalno efikasno opterećenje za modelovanje“, kada dolazi do formiranja koštane mase. Ove granice su relativne i zavise od uobičajenih opterećenja pojedine osobe (Skerry, 2008).

Kod ljudi, in vivo studije tibije su pokazale da trčanje prouzrokuje veće napreznje (opterećenje) i deformaciju tibije, nego hodanje, dok vožnja bicikla prouzrokuje niže opterećenje (napreznje) nego hodanje. Burr i sar. (1996) zaključuju da je opterećenje (napreznje) tokom trčanja 2-3 puta veće nego tokom hodanja (Morseth i sar., 2011).

Proces kojim mehaničko opterećenje potiče formaciju kosti nije linearan. Ovaj princip je važan iz evolucijske perspektive. Ako progresivno povećanje intenziteta, trajanja i frekvencije opterećenja rezultira sa više kosti, kosti bi postale preteške i povlačile bi nas dole do te mere da se ne bismo mogli spretno i brzo kretati. Mehanoreceptori u koštanim ćelijama brzo desenzitiviraju, tako da ciklusi višestrukih napreznja (ponavljanja) nisu potrebni da bi se održala ili izgradila kost. Izgleda da nejednaka raspodela opterećenja povećava osteogenezu više nego obrazac svakodnevnog opterećenja, što pokazuje da treba da se poveća intenzitet i vrsta aktivnosti ili da se promeni iznad uobičajenog nivoa (Erlich and Lanyon, 2002).

2.5.2 VRSTE MEHANIČKOG OPTEREĆENJA KOJE SU OD ZNAČAJA ZA MINERALNU GUSTINU KOSTI

Mehaničke sile koje deluju na kost tokom fizičke aktivnosti, nastaju uglavnom iz dva izvora: opterećenja nastala od sudara sa zemljom tj. podlogom (ground-reaction forces, sila reakcije podloge) i opterećenja nastala kontrakcijom skeletnih mišića (sile mišića ili mišićno zglobne sile) (Kohrt i sar, 2009, Turner, 1991). Sila reakcije podloge nastaju kontaktom između tela i površine usled gravitacije, dok su mišićna opterećenja rezultat mišićnih kontrakcija, stvarajući silu koja se prenosi preko tetiva na kost (Judex i Calson, 2009).

Radovi iz oblasti mehaničkog opterećenja tokom vežbanja se odnose na aktivnosti udarnog karaktera (weight-bearing) i vežbe neudarnog karaktera (weightsupported, non-weight-bearing). Da bi se opisali izvori opterećenja aktivnosti, Kohr i sar. (2009) predlažu termine „impaktne“ (udarne, sila reakcije podloge) i „ne-impaktne“ (sila reakcije zglobova ili mišićno zglobne sile).

Impaktne aktivnosti (aktivnosti udarnog karaktera) koriste opterećenja sile teže na skelet, te to podrazumeva vežbe sa sopstvenom masom (gde opterećenje čini sopstvena masa) (npr. skakanje) (Kohr i sar., 2009). Međutim, većina aktivnosti udarnog karaktera (impact) uključuje silu mišića, i teško je odvojiti samo efekat sile reakcije podloge (Judex i Calson, 2009, Kohrt i sar., 2009). Aktivnosti udarnog karaktera (impaktne aktivnosti) prvenstveno uključuju donje ekstremitete i podeljene su na visoko-impaktne (high-impact, aktivnosti koje imaju jači sudar sa podlogom, npr. skakanje) i nisko-impaktne (low-impact, aktivnosti koje imaju slabiji sudar sa podlogom, npr. hodanje) (Međedović i sar., 2015, Morseth i sar., 2011).

Ne-impaktne aktivnosti (bez sudara sa podlogom) utiču na kost uglavnom preko mišićnog opterećenja. One mogu biti sa opterećenjem (weight-bearing, npr. dizanje tegova) ili aktivnosti gde je masa tela podržana (weight-supported, npr. plivanje, biciklizam) (Judex i Calson, 2009, Kohrt i sar., 2009). Mišićno naprezanje je posredovano kroz sile mišićne kontrakcije na mestu vezivanja tetive na kost, tako da kost može lokalno da reaguje da rasporedi sile generisane na mestu opterećenja mišića. Sa tim u vezi je i pojam lokalni odgovor kosti na opterećenje, kada dođe do poboljšanja koštane gustine na mestima (udu) gde je primenjeno opterećenje prilikom vežbanja (Kerr i sar., 1996). Sa tim u vezi, utvrđena je povezanost koštane gustine i snage mišića anatomske povezanih struktura (Ho i sar, 2008;

Ryan i sar., 1998; Zimmermann i sar., 1990). Aktivnosti (opterećenja) stvaraju mehanički stres na anatomskom delu, tj. vratu butne kosti, a s obzirom da je jačina stimulusa (naprezanja, opterećenja) važnija od frekvence (broja ponavljanja), za koštanu gustinu su efikasnije vežbe snage od npr. trčanja (Mosti i sar., 2013; Bocalini i sar., 2009; Russo, 2009).

Vežbe udarnog karaktera (impact, sudara sa podlogom) kod ljudi (npr. skakanje za donje ekstremitete, sportove sa reketom za dominantnu ruku) obezbeđuju dovoljno velike stimulse za početak formiranja nove kosti da bi pokrenuo proces formiranja nove kosti. Aktivnosti udarnog karaktera treba da optereće kost iz više smerova tako da bi trodimenzionalna arhitektura kosti bila optimalna. Praktično, znači da je za povećanje koštane mase skakanje efikasnije od trčanja i hodanja, jer skakanje ima veći stopu pritiska (opterećenje) nego trčanje, čak i pri istoj veličini naprezanja (opterećenja) (Judex i Rubin, 2010, Kohrt i sar., 1997). Treba naglasiti da doprinos formiranju kosti daje ne samo količina opterećenja, već i povećanje brzine ili frekvence (Skerry, 2008). Aktivnost treba da bude dinamična, a ne statična, i treba biti veća od svakodnevnog nivoa opterećenja. Dovoljno je napraviti nekoliko ciklusa opterećenja, nakon čega treba napraviti odmor. Ubacivanje perioda odmora nakon svakog ciklusa opterećenja, može povećati osteogeni odgovor (Morseth i sar., 2011).

2.6 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanja u odnosu na period premenopauze

Mnoge studije ukazuju da fizička aktivnost tokom detinjstva značajno utiče na mineralnu gustinu kostiju u odraslom dobu (Javaid, 2002; Bujanj i Obradović, 2002; McCulloch i sar., 1990). Kada se spominju istraživanja koja sagledavaju uticaj fizičke aktivnosti u detinjstvu i adolescenciji, najčešće se uzimaju u obzir aktivnosti visokog intenziteta (Ermin i sar, 2012; Karlsson i sar. 2008; Hara i sar, 2000). Međutim, Rikkonen i sar. (2006) su ispitivali povezanost aktivnosti niskog intenziteta sa BMD u odraslom dobu, tako što su telefonski intervjuisali žene u premenopauzi. Odgovarale su na pitanje koliko kilometara dnevno su pešaćile do škole i nazad, u svakom razredu osnovne škole. Rezultati ispitivanja su pokazali da postoji povezanost između rastojanja hodanja koje je izvršeno u školskom uzrastu i BMD butne kosti u perimenopauzi. Srednji prirast BMD butne kosti je bio nešto viši od 1% za svaki prethodan kilometar između kuće i škole u uzrastu od 9 do 11 godina.

Singh i sar. (2009) su procenjivali efekat treninga snage na BMD celog tela i određenih regija (kičma, kuk, ruke, noge) kod 58 premenopauzalnih žena starosti 30-50 godina. Uzorak koji je bio slučajna, je podeljen na eksperimentalnu grupu ispitanica, koje su 15 nedelja, pod nadzorom, radile trening snage, a zatim 24 nedelje bez nadzora i kontrolnu grupu. Na početku istraživanja, grupe su imale slične vrednosti BMD i druge telesne karakteristike. Nakon 15 i 39 nedelja tretmana, nije se pokazala značajna razlika u BMD između eksperimentalne grupe (nakon prilagođavanja postotka promene pri merenju BMD DXA-om). Eksperimentalna grupa je povećala vrednosti BMD u kičmi i kuku (1-2.2%), dok nije bilo promene u kontrolnoj grupi, ali razlike između grupa nisu bile značajne.

Dornemann i sar. (1997) su ispitivali uticaj šestomesečnog treninga sa opterećenjem – dizanje tegova na BMD premenopauzalnih žena u poređenju sa sedentarnim ženama, starosti 40-50 godina. Od 35 ispitanica, studiju je završilo 26 ispitanica. Trening se sprovodio 3 dana u nedelji a program vežbi se sastojao od dizanja tegova visokim intenzitetom, sa posebnim naglaskom na opterećenje kuka i kičme. BMD lumbalnog dela kičme, vrata butne kosti, podlaktice su mereni DXA-om na početku i na kraju tretmana. Osim što se povećala snaga ispitanica, treningom sa opterećenjem se povećao BMD lumbalne kičme (1.03%) dok se kod

kontrolne smanjio (0.36%). BMD podlaktice se smanjio u obe grupe (CON = -0.45%; RT = -1.04%), a povećao u vratu butne kosti (CON = 1.26%; RT = 1.22%).

Rockwell i sar. (1990) su želeli da ispituju da li postoji efekat treninga snage (weight-bearing exercise) na mineralnu gustinu kostiju lumbalne kičme, kod 10 premenopauzalnih žena (36.2 +/- 1.3 godina), u poređenju sa 7 fizički neaktivnih žena (40.4 +/- 1.6 god). Program vežbanja je trajao 9 meseci, a za to vreme su obe grupe uzimale kalcijum, 500 mg/dan. Rezultati su pokazali da, uprkos povećanju ravnoteže i snage velikih mišićnih grupa, došlo je do smanjenja BMD lumbalne kičme ispitanica koje su učestvovala u programu vežbanja, nakon 4,5 meseca za 2.90%, a nakon 9 meseci za 3.96%. U kontrolnoj grupi nije došlo do smanjenja BMD lumbalne kičme. Očigledno da kratkoročni trening snage na ovoj frekvenci i ovim intenzitetom ne doprinosi održavanju koštane mase kod žena u premenopauzi.

Sumida i sar. (2014) su utvrđivali promenu u BMD lumbalne kičme i kuka, te promenu biohemijskih markera remodelovanja u periodu od jedne godine kod amaterskih trkačica u premenopauzi, starosti 35 do 40 godina. Ispitanice su podeljene u dve grupe, te jedna grupa dobija, pored treninga trčanja, da radi skokove i vežbe jakosti. Nakon godinu dana se skromno povećao BMD lumbalne kičme i kuka (1.31% i 1.54%). Povećao se i nivo koštanog izoenzima alkalne fosfataze (BALP), osteokacina i tartarat rezistentne kisele fosfataze 5b (TRACP 5b), što ukazuje na efekat trčanja na metabolizam kosti i BMD. Vežbe skokova i jačanja mišića nisu uticale na merene parametre kosti.

Randomizirana studija kojom su se bavili Vainionpää i sar. (2005), prati uticaj vežbi udarnog karaktera (high-impact exercise) kod žena u premenopauzi na nivou populacije. Slučajni uzorak je činilo 120 žena u dobi od 35 do 40 godina, koje su podeljene u grupu koja vežba i kontrolnu grupu. Vežbanje je trajalo 12 meseci, tri puta nedeljno. U ovoj studiji je praćen BMD na lumbalnom delu kičme (L1-L4), proksimalnom delu femura, distalnom delu podlaktice dvoenergetskom apsorpciometrijom X zraka (DXA), a petna kost je merena kvantitativnim ultrazvukom. Utvrđeno je da postoji razlika u merenim parametrima između grupa, u korist eksperimentalne.

Bailey i Brooke-Wavell (2010) su ispitanicama starosti od 18 do 45 godina, nasumično dodelili broj treninga (0, 2, 4 ili 7 treninga u nedelji) koji će odrađivati u preiodu

od 6 meseci. Trening se sastoji od 50 višesmernih skokova na jednoj nozi, koja je odabrana slučajnim uzorkovanjem. Promene u vratu butne kosti noge kojom su izvođeni skokovi se razlikuju zavisno od broja treninga u nedelji: 0: -0.3% (-1.2 to 0.6), 2: 0.0% (-1.0 to 1.0), 4: 0.9% (-0.1 to 2.0) i 7: 1.8% (0.8 to 2.8). Nije primećena razlika u gornjem vratu i donjem vratu butne kosti i trohanteru među različitim stranama tela. Na osnovu istraživanja se može zaključiti da žustre intenzivne vežbe udarnog karaktera (skokovi) mogu povećati BMD FN kod premenopauzalnih žena, ali vežbe se trebaju izvoditi učestalo.

Adami i sar. (2008) su na jednomesečnom programu vežbanja ispitivali promene na osnovu biohemijskih markera remodelovanja. Ispitanice su imale od 39 do 45 godina, i vodile su sedentarni način života prethodnih 6 meseci. Treninzi su se izvodili 3 ili 4 dana nedeljno po 90 minuta, a vežbe su se sastojale od hodanja i trčanja na pokretnoj traci, stepovanja, penjanja uz stepenice, vežbi za kičmu, gornji i donji deo trupa. Prema rezultatima, u grupi koja je vežbala značajno su se povećali markeri formiranja kosti (osteokalcin i P1NP), a nije došlo do promene u markeru resorpcije sCTX (beta crosslaps). Promene u markerima su ostale značajne kada su vrednosti prilagođene telesnoj težini. Može se zaključiti da čak i minimalna fizička aktivnosti utiče na biomarkere koštanog remodelovanja.

U radu Von Stengel i sar. (2005) je ispitivana razlika između dva načina vežbanja: power training (trening snage) i strenght training (trening jakosti). Razlika između treninga se ogledala u brzini izvođenja pokreta. Trening snage (PT = otpor + brzina) karakteriše eksplozivna koncentrična mišićna kontrakcija. On proizvodi veća naprezanja (*veći stres*) na tetivu i zglobove, nego trening jakosti (strength tr.). Trening jakosti ima jednako vreme koncentrične i ekscentrične kontrakcije. Nakon godinu dana, trening snage (PT) doprineo je održavanju BMD lumbalne kičme i proksimalnog femura (total kuka i intertrohanterična regija), dok se kod grupe koja je radila trening jakosti smanjilo BMD na istim regijama.

Na osnovu meta-analize su Martyn-St James i Carroll (2010) zaključili da strukturirani programi koji uključuju kombinovanje nisko-udarnog (odd-impact) ili vežbe visoko-udarnog karaktera (high impact) sa velikim opterećenjem (trening sa otporom, opterećenjem) su efikasni na značajnom nivou tako što poboljšava BMD lumbalne kičme i vrata butne kosti kod premenopauzalnih žena, a efekat programa koji uključuje samo vežbe visokog udarnog karaktera izgleda da povećavaju BMD vrata butne kosti, ali ne i lumbalne kičme.

Sugiyama i sar. (2002) je interesovalo da li su efekti skeletnih opterećenja nana koštanu masu povezani sa mehanizmima kompenzacije između koštane mase i materijalnih karakteristika kosti. U studiju, su uključene žene oko 50 godina starosti, podeljene u dve grupe: pre- i postmenopauzalne, a svaka je imala svoju kontrolnu grupu koja nije vežbala. Vežbe su se satojale od preskakanja konopca (100 preskoka), 2-3 puta nedeljno, u trajanju od 6 meseci. Prema rezultatima BMD kuka premenopauzalnih žena koje su vežbale se značajno povećao u odnosu na kontrolnu grupu, za razliku od postmenopauzalnih ispitanica, gde nije bilo razlike između eksperimentalne grupe. Rezultati ukazuju da: estrogen igra ključnu ulogu ostvarivanju koštanog dobitka potaknutog intenzivnim vežbanjem; efekti skeletnog opterećenja na koštanu masu su uključeni u mehanizam kompenzacije, tj. koštana dobit pod uticajem visoko udarnog karaktera postaje veća u skladu sa stepenom opadanja materijalnih karakteristika kosti.

Navedena studija je u skladu sa studijom Bassey i sar. (1998). Program vežbanja se sastojao od 50 vertikalnih sokova, 6 puta nedeljno. Ispitanice, koje su u premenopauzi, su nakon 5 meseci vežbanja povećale femoralni BMD (FN i trohanter) i lumbalne kičme, a kod ispitanica u postmenopauzi nije došlo do povećanja u merenim regijama nakon 12 meseci vežbanja. Ispitanicama u postmenopauzi su mereni biohemijski markeri kosti nakon 6 i 12 meseci. Nivoi osteokalcina, B-ALP, T-ALP, NTx su se smanjili nakon 6 meseci vežbanja, a nakon 12 meseci nivo NTx se povećao (za $0,77 \pm 2,361$), dok su ostali biomarkeri ostali smanjeni, ali ne značajno.

Kim i sar. (2015) su imali za cilj da utvrde sa li postoji uticaj Ashtanga-based Yoge, na BMD i metabolizam kosti žena koje imaju 35-50 godina, koje su u premenopauzi. Program vežbanja je trajao 8 meseci, 2 puta nedeljno po 60 minuta. Intenzitet vežbanja se povećavao dodavanjem brojnijih pozdrava suncu. Ispitanice su podeljene na eksperimentalnu i kontrolnu grupu. Prema rezultatima, nije došlo do povećanja BMD, merenim DXA, na regijama (L1-L4), FN, kuk, niti u volumenskim karakteristikama kosti golenjače, merenim pQCT, u grupi koja je vežbala. Koncentracija koštane alkane fosfataze (BALP) u serumu je ostala ista kod eksperimentalne, ali se značajno smanjila u kontrolnoj grupi. Nije bilo razlike ni u jednoj grupi, u koncentraciji TRAP5b nakon završetka studije.

Rector i sar. (2009) su ispitivali na gojaznim ženama u premenopauzi uticaj vežbi opterećenja svojom masom i vežbi gde je težina tela podržana na biohemijske markere

formiranja i resorpcije kosti u period od 6 nedelja, tokom kojij je cilj smanjiti telesnu težinu za 5%. Ispitanice su 18-35 godina starosti. Grupe su podeljene na ispitanice kojima je smanjen samo energetske unos kalorija (I), ispitanice kojima je smanjen energetske unos kalorija plus vožnja bicikla (II), I ispitanice kojima je smanjen energetske unos kalorija plus trčanje (III). Sve ispitanice su smanjile svoju telesnu masu za oko 5%. Nivo osteokalcina (OC) i beta crosslapsa (CTX) se povećao sa smanjenjem težine u sve tri grupe, dok je nivo alkalne fosfataze ostao nepromenjen. Zaključuje se da ni aktivnosti sa opterećenjem sopstvenom masom, ni aktivnosti gde masa tela nema dodir sa tlom, nemaju uticaja na serumske markere formiranja i resorpcije kosti.

U studiji Ahola i sar. (2009) su učestvovala zdrave žene, prosečne starosti $AS\ 38,3 \pm 1,9\ SD$, u programu vežbanja od 12 meseci, u toku kojih je kontinuirano praćen uticaj intenzivnih fizičkih aktivnosti na kost. Nakon sprovedenog istraživanja došlo se do zaključka da postoji pozitivna povezanost sa promenama kostiju na vratu butne kosti, regijama trohantera i sredini butne kosti.

Istraživanja u odnosu na period postmenopauze

Redovnom fizičkom aktivnošću u postmenopauzalnom periodu može se sprečiti opadanje mineralne gustine kosti (Muir i sar., 2013). Podaci iz randomiziranih kontrolisanih studija pokazuju da programi vežbanja mogu sprečiti ili umanjiti gotovo 1% gubitka koštane mase godišnje kod pre- i post-menopauzalnih žena (Wolff i sar., 1999).

Kelley i sar. (2012) su radili meta-analizu efekta vežbanja pod uticajem sile reakcije podloge i sile reakcije zglobova na BMD lumbalnog dela kičme i vrata butne kosti kod postmenopauzalnih žena. U obzir su uzimane studije u kojima je proces vežbanja trajao preko 24 nedelje. Sveukupni rezultati istraživanja ukazuju da ovakav način vežbanja može dovesti do klinički relevantnih pogodnosti za BMD lumbalne kičme i vrata butne kosti kod žena u postmenopauzi. Jedna finska studija se bavila efektom dugotrajnog vežbanja na BMD kod žena sa niskim BMD. Program vežbanja udarnog karaktera (impact) je trajao 30 meseci, nakon čega se došlo do zaključka da vežbanje pri kom stopalo dolazi u sudar sa podlogom ima pozitivne efekte na mineralni koštani sadržaj (BMC) trohantera, ali ne i na BMD, što može da preventira frakture izazvane padom kod žena sa niskom koštanom masom (Korpelainen i sar., 2006).

U istraživanju Muir i sar. (2013) retrospektivnom analizom se posmatrao efekat redovne fizičke aktivnosti na mineralnu gustinu kosti kod žena u periodu postmenopauze, starosti preko 75 godina. Podaci pokazuju da povećanje koraka u dnevnim aktivnostima, koristeći jednostavne svakodnevne zadatke, mogu sprečiti smanjenje mineralne gustine kosti kod žena u postmenopauzi. Fizička aktivnost, umerenog do srednjeg intenziteta, kod žena starosti između 65 i 75 godina može dovesti do poboljšanja mišićne snage, što će značajno uticati na povećanje čvrstine kosti (Ashe i sar., 2008).

Cilj studije Wiczeorek-Baranowska i sar. (2012) je bio da se proceni odnos biohemijskih pokazatelja remodelovanja kosti i metabolizma ugljenih hidrata žena u postmenopauzi, uključenih u aerobni trening. U studiju su bile uključene 44 ispitanice podeljene na trening grupu i kontrolnu. Ispitanice trening grupe su u periodu od 8 nedelja, 3 puta nedeljno po 40 minuta vozile bicikl ergometer na nivou intenziteta 70%-80% od ventilacionog praga. Biohemijski marker remodelovanja i procena modela homeostaze izvedena iz inzulina (HOMA-IR) su procenjivani pre i posle tretmana. Nakon programa treninga se značajno smanjio nivo osteokalcina (OC), HOMA-IR i obim struka i kukova. Nije bilo značajnih promena u nivou CTX, osteoprotegrina inzulina i koncentraciji glukoze. Nije uočena direktna povezanost između kratkotrajnog programa vežbanja i koncentracije OC i metaboličkih markera.

Roghani i sar. (2013) su radili istraživanje sa ciljem da ispituju uticaj submaksimalnih aerobnih vežbi sa i bez spoljašnjeg opterećenja na metabolizam kosti i ravnotežu žena u postmenopauzi sa osteoporozom. Ispitanica je bilo 35, starosti između 45-65 godina i podeljene su u 3 grupe: aerobic grupa, grupa koje nose prsluk sa težinom i kontrolna. Program vežbanja je činilo hodanje na tredmilu submaksimalnim intenzitetom, 3 puta nedeljno po 30 minuta, za aerobic grupu. Druga grupa je imala isti program uz nošenje prsluka sa određenom težinom (4-8% svoje mase). Nakon 6 nedelja, koliko je trajao program treninga, smanjio se procenat masti a povećala bezmasna masa u grupi koja je nosila prsluke. Koštani izoenzim alkalne fosfataze (BALP) je povećao svoj nivo, a N-terminalni telopeptid kolagena tipa I (NTX) se značajno smanjio u obe grupe koje su trenirale. Rezultati pokazuju da oba programa vežbanja stimulišu sintezu kosti i smanjuju resorpciju kosti kod postmenopauzalnih žena sa osteoporozom.

Cilj studije Yamazaki i sar. (2004) bio je utvrditi da li umereno hodanje utiče na metabolizam kosti postmenopauzalnih žena sa osteopenijom/osteoporozom. U studiji je učestvovalo 50 ispitanica između 49-75 godina, podeljenih u eksperimentalnu i kontrolnu grupu. Vežbe su činile hodanje na otvorenom (napolju), intenzitetom od 50% VO₂, bar sat vremena, sa preko 8000 koraka, 4 puta nedeljno, u period od 12 meseci. BMD je merena svakih 6 meseci, a biomarkeri koštanog remodelovanja svaka 3 meseca. Nakon tretmana nisu bilo značajnih promena u kontrolnoj grupi u BMD lumbalne kičme i nivoa NTX. U grupi koja je vežbala BMD lumbalne kičme je bio veći od BMD kontrolne grupe, ali je održao nivo sa merenja nakon 6 meseci. Nivo urinarnog NTX u trening grupi se smanjio nakon 3 meseca, i održao isti nivo nakon 12 meseci, uz smanjenje BALP nivoa. Nivo osteokalcina se nije značajno smanjio u trening grupi. Umereno hodanje primenjeno u dužem periodu može da poveća BMD lumbalne kičme, te da rano smanjenje urinarnog NTX može da predvidi dugoročnu dobit na BMD lumbalne kičme kod osoba sa osteopeniom/osteoporozom.

Kemmler i sar. (2002) su radili istraživanje sa ciljem da odrede uticaj intenzivnog vežbanja na fizičku kondiciju, koronarne bolesti srca, mineralnu gustinu kosti i kvalitet života kod žena u ranoj postmenopauzi sa osteopeniom. Ispitanice su starosti 55.1±3.4 godina, podeljene u trening grupu i kontrolnu, gde su obe grupe dobijale kalcijum i vitamin D. Nakon 14 meseci BMD lumbalne kičme i trohantera se povećao u trening grupi, dok se smanjio u kontrolnoj, BMD vrata butne kosti i kuka se smanjio u obe grupe, ali manje u trening grupi.

Bemben i sar. (2000) su ispitivali kakav je uticaj treninga visokog intenziteta, a malog obima i treninga niskog intenziteta velikog obima kod žena u ranoj postmenopauzi, u periodu od 6 meseci. Nije došlo do značajnih promena u grupama ni u jednoj trening grupi, iako su neke ispitanice održale ili povećale BMD u regijama kičme, kuka i celog tela. Održavanje koštane mase može biti klinički značajno ako se uzme u obzir da je gubitak kosti u ranoj postmenopauzalnoj fazi može biti čak 5% godišnje (Riggs i sar., 1981). Nivo osteokalcina se povećao u svim grupama, a CTX se smanjio u grupama koje su trenirale, a povećale u kontrolnoj, na osnovu čega se pretpostavlja da se stopa formiranja kosti povećala u eksperimentalnim grupama, a stopa formiranja i resorpcije, odnosno metabolizma se povećao u kontrolnoj. Slično istraživanje, iste dužine trajanja, ali uz veći raspon godina ispitanica, radili su Basat i sar. (2013), te potvrdili ove rezultate.

3 PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

3.1 PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja je utvrđivanje uticaja (efekta) programa fizičkog vežbanja na koštanu gustinu i biohemijske markere koštanog remodelovanja žena u premenopauzi i postmenopauzi.

3.2 PREDMET ISTRAŽIVANJA

Predmet ovog istraživanja predstavlja model programiranog fizičkog vežbanja, koštana gustina, biohemijski markeri koštanog remodelovanja kod žena u premenopauzi i postmenopauzi.

3.3 CILJ ISTRAŽIVANJA

Na osnovu postavljenog predmeta i problema istraživanja, cilj istraživanja predstavlja evaluacija i kvantifikacija rezultata dobijenih osteodenzitometrijskim merenjem i određivanjem biohemijskih markera koštanog remodelovanja, kao efekat sprovedenog programa vežbanja primenjenog kod žena u premenopauzalnom i postmenopauzalnom periodu života.

Shodno tome, operativni zadaci su:

- utvrditi razlike između inicijalnog i finalnog merenja u odnosu na parametre koštane gustine kod svih ispitanica;
- utvrditi razlike između inicijalnog i finalnog merenja u odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod svih ispitanica;
- utvrditi razlike između inicijalnog i finalnog merenja u odnosu na parametre koštane gustine kod žena u premenopauzalnom periodu;
- utvrditi razlike između inicijalnog i finalnog merenja u odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u premenopauzalnom periodu;
- utvrditi razlike između inicijalnog i finalnog merenja u odnosu na parametre koštane gustine kod žena u postmenopauzalnom periodu;
- utvrditi razlike između inicijalnog i finalnog merenja u odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u postmenopauzalnom periodu;
- utvrditi razliku u uticaju (efektu) programa vežbanja kod ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi na parametre koštane gustine i biohemijskih markera koštanog remodelovanja;
- odrediti veličinu promene parametara koštane gustine kod žena u premenopauzalnom periodu;
- odrediti veličinu promene parametara biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u premenopauzalnom periodu;

-
- odrediti veličinu promene parametara koštane gustine kod žena u postmenopauzalnom periodu;
 - odrediti veličinu promene parametara biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u postmenopauzalnom periodu;
 - utvrditi da li postoji razlika u veličini promene između premenopauzalnih i postmenopauzalnih žena u parametrima koštane gustine nakon sprovedenog programa vežbanja;
 - utvrditi da li postoji razlika u veličini promene između premenopauzalnih i postmenopauzalnih žena u parametrima biohemijskih markera koštanog remodelovanja nakon sprovedenog programa vežbanja.

4 OSNOVNE HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Na osnovu postavljenog problema, predmeta i cilja istraživanja, postavljene su sledeće hipoteze:

H_0 – ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima koštane gustine kod celokupnog uzorka ispitanica;

A_0 – postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima koštane gustine kod celokupnog uzorka ispitanica;

H_1 – ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod celokupnog uzorka ispitanica;

A_1 – postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod celokupnog uzorka ispitanica;

H_2 – ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima koštane gustine kod ispitanica u premenopauzi.

A_2 – postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima koštane gustine kod ispitanica u premenopauzi.

H_3 – ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod ispitanica u premenopauzi.

A_3 – postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod ispitanica u premenopauzi.

H_4 – ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima koštane gustine kod ispitanica u postmenopauzi.

A_4 – postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima koštane gustine kod ispitanica u postmenopauzi.

H_5 – ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod ispitanica u postmenopauzi.

A₅ – postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima biohemijških markera kořtanog remodelovanja kod ispitanica u postmenopauzi.

H₆ – ne postoji razlika uticaja modela programa vežbanja kod grupa ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u parametrima kořtane gustine.

A₆ – postoji razlika uticaja modela programa vežbanja kod grupa ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u parametrima kořtane gustine.

H₇ – ne postoji razlika uticaja modela programa vežbanja kod grupa ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u parametrima biohemijških markera kořtanog remodelovanja.

A₇ - postoji razlika uticaja modela programa vežbanja kod grupa ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u parametrima biohemijških markera kořtanog remodelovanja.

5 METOD RADA

Prema vremenskoj određenosti, ovo istraživanje ima longitudinalan karakter, pri čemu je urađeno inicijalno i finalno merenje, u periodu od 6 meseci (24 nedelje). Primenjen je eksperimentalni metod rada.

5.1 UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika činilo je 26 osoba ženskog pola, starosti između 45 i 55 godina, sa područja Novog Sada.

U istraživanje su uključene žene koje su dolazile na ginekološki pregled, a koje su se dobrovoljno prijavile za učestvovanje u programu vežbanja. Sa stanovišta izučavane problematike denziteta kosti, ova populacija je veoma interesantna, s obzirom na to da većina žena između 45. i 55. godine života tokom nekoliko godina prolazi takozvanu menopauzalnu tranziciju. U ovom periodu dolazi do izrazitijeg smanjenja koštane mase uzrokovanog smanjenom proizvodnjom hormona estrogena.

Prilikom dolaska na DXA pregled uzimani su anamnestički podaci o zdravstvenom stanju i faktorima rizika sa reperkusijama na koštano tkivo.

U istraživanje su uključene žene koje se ne bave redovno fizičkom aktivnošću (više od 2 puta nedeljno, ne uključujući šetanje), koje se ne leče od osteoporoze, ne uzimaju lekove koji utiču na metabolizam kosti, ne uzimaju hormonsku terapiju, zamensku za estrogen, niti suplemente.

5.2 IZBOR PARAMETARA

U skladu sa predmetom istraživanja, uzorak parametara je izvršen na osnovu pozitivnih iskustava dosadašnjih istraživanja, i u skladu sa specifičnošću ovog istraživanja.

U istraživanju su određivani sledeći parametri:

1. Antropometrijski parametri:

- Telesna visina (cm) - TV
- Telesna masa (kg) - TM
- Indeks telesne mase - BMI

2. Parametri za procenu denziteta kosti procenjivani dvostrukom X zračnom absorpcijom:

- Mineralni koštani sadržaj- BMC - *Bone Mineral Content* (gr): lumbalne kičme (LK), vrata butne kosti (VF) i kuka (UK);
- Mineralna koštana gustina - BMD - *Bone Mineral Density* (gr/cm²): lumbalne kičme (LK), vrata butne kosti (VF) i kuka (K);
- T-score, odnosno Z-score (SD): lumbalne kičme (LK), vrata butne kosti (VF) i kuka (K);

3. Parametri za procenu metaboličke aktivnosti kosti i koštanog remodelovanja i:

- Osteokalcin (OC) (ng/ml)
- Beta-crosslaps (CTX) (ng/ml)
- Alkalna fosfataza – ALP (U/L)
- Kalcijum jonski - Ca⁺⁺ (mmol/l)
- Fosfor neorganski – P (mmol/l)

5.3 METODE ISTRAŽIVANJA

U cilju prikupljanja podataka za ovo istraživanje korišćeni su sledeći merni instrumenti i metode:

1. Procena antropometrijskih parametara:

- Telesna visina (TV) je merena antropometrom po Martinu s preciznošću od 0,1 cm. Merenje je vršeno bez obuće, sa uspravnim položajem tela i glave tako da je frankfurtska ravan (linija koja povezuje tragus ušne školjke i spojašnji ušni kanal ugao) horizontalan.
- Telesna masa (TM) je merena medicinskom decimalnom vagom sa pokretnim tegovima sa preciznošću do 0,1 kg pri čemu je ispitanica u mirnom stavu i standardnom stojećem položaju.
- Indeks telesne mase BMI (Body mass index) predstavlja kvantitativni odnos telesne mase izražene u kg i telesne visine izražene u m². Izračunavanje BMI radi po formuli TM / TV^2 (kg/m²). Kriterijumi za podelu telesne uhranjenosti prema BMI su: pothranjenost < 18,5 kg/m²; normalna uhranjenost 18,5-24,9 kg/m²; predgojaznost ili prekomerna telesna masa 25,0-29,9 kg/m²; gojaznost > 30 kg/m².

2. Dvostruka X zračna absorpciometrija

Prema Svetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) DXA (Dual X-ray absorptiometry) kičme i kuka se smatra „zlatnim standardom“ u dijagnostici osteoporoze. DXA kičme i kuka rađena je na aparatu Lunar Prodigy. Internacionalno udruženje za kliničku osteodenzitometriju preferira dvostruku X zračnu absorpciometriju kičme i kuka za merenje mineralne koštane gustine (Leib i sar., 2004). Osim mineralne koštane gustine, DXA-om se može kvantifikovati i mineralni koštani sadržaj (BMC), koji se, takođe, podudara sa koštanom masom. Mineralna koštana gustina (BMD, Bone Mineral Density) predstavlja izmerenu koštanu gustinu na jedinicu površine (gr/cm²). Mineralni koštani sadržaj je izražen u gramima (gr).

Prema kriterijumima WHO dijagnoza osteoporoze DXA kičme i kuka se postavlja ukoliko izmerena mineralna koštana gustina (BMD) odstupa za -2,5 SD i više u odnosu na srednju vrednost koštane mase zdravih mladih odraslih osoba, odnosno, kada je T-score

određen navedenom metodom jednak ili manji od -2,5 (WHO, 1994). Vrednost T-score od -1 do -2,5 definiše osteopeniju, a više od -1 je normalna mineralna koštana gustina.

T-score se koristi za žene u postmenopauznom periodu života i muškarce iznad 50 godina starosti i definiše se kao razlika između aktuelne mase kosti i prosečne vrednosti maksimuma mase kosti u mladim osoba. Za žene u premenopauzi, muškarce ispod 50 godina starosti i decu koristi se Z-score koji predstavlja odnos aktuelne mineralne koštane gustine u odnosu na prosečnu iste starosne dobi. Vrednost Z-score koji je manji od -2,0 SD definiše sniženu koštanu masu za dob.

3. Procena metaboličke aktivnosti kosti i koštanog remodelovanja:

Nakon upoznavanja ispitanica sa istraživanjem, svakoj ispitanici je uzet uzorak krvi za osnovne biohemijske analize i parametre metaboličke aktivnosti kosti i remodelovanja. Ispitanicama u premenopauzi su biohemijske analize izvršene u laboratoriji „Medlab“, a ispitanicama u postmenopauzi u laboratoriji „Dr Cvjetković“, obe iz Novog Sada.

Osnove biohemijske analize krvi za procenu koštanog metabolizma predstavlja određivanje nivoa ukupnog i jonskog kalcijuma, fosfora i alkalne fosfataze (nespecifični biomarkeri za koštano tkivo). Koncentracije jona kalcijuma, neorganskog fosfata i magnezijuma u organizmu zavise od konačnog udruženog uticaja taloženja i resorpcije minerala kostiju, intestinalne apsorpcije i ekskrecije putem bubrega. Ova tri procesa su primarno regulisana sa PTH i 1,25D (Milinković, 2014). Kalcijum je jedan od pet najznačajnijih elemenata, kao i najrasprostranjeniji katjon u ljudskom organizmu (Majkić-Singh, 2006). Nalazi se raspoređen u tri telesna prostora: skeletu, mekim tkivima i ekstraćelijskoj tečnosti. Koštano tkivo predstavlja glavni depo kalcijuma u organizmu. U našem istraživanju nismo određivali nivo ukupnog kalcijuma, već samo jonski kalcijum. Fosfor se u čovekovom organizmu nalazi u obliku neorganskih i organskih fosfata, od čega je 85% sastavni deo koštanog tkiva, dok se ostatak nalazi u sastavu mekih tkiva (Bansal, 1990). Neorganski fosfat predstavlja glavnu komponentu hidroksiapatita u kostima i jedini se može meriti.

Određivanje nivoa jonskog kalcijuma i fosfora se radi uobičajnim laboratorijskim postupkom na bazi jonoizmenjivača pomoću jonoizmenjivačkih elektroda

spektrofotometrijski. Normalni nivoi se izražavaju u mmol/l i normalne vrednosti za jonski kalcijum određene ovom metodom su 0,95-1.30 mmol/l, a fosfora 0,81 –1,45 mmol/l.

Određivanje alkalne fosfataze se radi, takođe, uobičajnim postupkom, spektrofotometrijski i raspon normalnih vrednosti iznosi 30 – 115 U/L.

U svetu se danas tokom istraživanja, i u svakodnevnoj kliničkoj praksi, koristi veći broj biohemijskih markera koštanog remodelovanja, pri čemu su određeni kao biohemijski markeri koštanog formiranja i biohemijski markeri koštane resorpcije (Chopin i sar., 2012). Određivanjem osteokalcina i beta-crosslapsa moguća je procena koštanog remodelovanja pri čemu osteokalcin predstavlja marker koštanog remodelovanja sa akcentovanjem koštanog formiranja, dok je beta-crosslaps marker koštane razgradnje. Osteokalcin produkuju aktivirani osteoblasti tokom procesa koštanog remodelovanja i obzirom da su osteoblasti ćelije vezane za koštano formiranje, osteokalcin se posmatra kao marker koštanog formiranja, dok je beta-crosslaps razgradni produkt tip 1 kolagena koji čini 90% organskog dela matriksa i smatra se markerom koštane resorpcije. Određivanje osteoalcina i beta-crosslapsa radi se ECLIA metodom na aparatu Elecsys. Normalne vrednosti za osteokalcin za žene u postmenopauzi su 20-48 ng/ml, dok su normalne vrednosti beta-crosslaps za navedni period 330-782 pg/ml (0,330-0,782 ng/ml). Za žene u generativnom periodu normalne vrednosti osteokalcina su 12-41 ng/ml, dok su normalne vrednosti beta-crosslapsa za generativni period 162-436 pg/ml (0,162-0.436 ng/ml).

5.4 METODE OBRADE PODATAKA

Podaci su obrađeni odgovarajućim matematičko-statističkim postupcima.

U primarnoj obradi podataka su izračunati sledeći parametri deskriptivne statistike:

- Srednja vrednost (AS),
- Standardna devijacija (SD),
- Minimalna dobijena vrednost (min),
- Maksimalna dobijena vrednost (max),
- Koeficijent varijacije (CV),
- Interval poverenja,
- Mere asimetrije (Skewnes),
- Mere spljoštenosti (Kurtosis),
- Vrednost Kolmogorov-Smirnovljevog testa (K-S).

Istraživačke hipoteze su testirane utvrđivanjem razlika između inicijalnog i finalnog stanja. U tu svrhu su primenjivani:

Multivarijatni postupci:

- Multivarijatna analiza varijanse (MANOVA),
- Diskriminativna analiza,
- Multivarijantna analiza kovarijanse (MANCOVA;)

Univarijatni postupci:

- Univarijatna analiza varijanse (ANOVA), i
- T-test za nezavisne i zavisne uzorke.

Pri testiranju hipoteza koristila se kritična vrednost p pri čemu važi sledeće: ako je $p > 0,10$, nema razloga da se ne prihvati hipoteza o sličnosti; ako je vrednost $0,10 > p > 0,05$ prihvata se alternativna hipoteza, odnosno postoje razlike, ali sa povećanim rizikom zaključivanja; ako je $p < 0,05$ ukazuje na postojanje značajne (signifikantne) razlike.

Statistička obrada podataka uradjena je u saradnji sa agencijom „Smart line“ Milana Dolge.

Rezultati su prezentovani tabelarno i grafički.

6 OPIS ISTRAŽIVANJA

Program vežbanja je realizovan u periodu od januara do juna. Časovi su se održavali 4 puta nedeljno u trajanju od 60 minuta. Tokom trajanja programa se vodila redovna evidencija dolazaka ispitanica na trening.

Pre početka studije je održan određeni broj časova obuke, u periodu od 4 nedelje, dva puta nedeljno, kako bi se ispitanice upoznale sa osnovnim koracima aerobika koji će se korigovati na redovnim časovima uz muzičku pratnju određenog tempa. Takođe, tokom tih časova učila se i tehnika izvođenja vežbi snage.

Treninzi su se održavali u poslepodnevnim terminima na dva različita mesta u Novom Sadu: u aerobik sali „FitnesMIMteam“ (subota i nedelja), i u Sokolskom društvu Vojvodine (utorak i četvrtak), u „Sali u suterenu“. Treninzi su realizovani od strane profesora fizičkog vaspitanja i sporta, uz konsultacije sa stručnjakom iz oblasti medicine.

U realizaciji programa vežbanja koristili su se rekviziti koji su na raspolaganju u centrima gde su se održavali časovi treninga, a to su: elastične gume i trake, step klupice, palice, velike lopte (za pilates ili fitball), tegići (1 kg, 2 kg, 5 kg), girja (8kg), palice, TRX.

Program vežbanja je sadržao aerobne aktivnosti i trening snage, uzimajući u obzir starosnu dob ispitanica i njihovu individualnu fizičku pripremljenost. Dva treninga nedeljno su činile vežbe aerobika koje će biti predstavljene kroz koreografiju, a sastojaće se od standardnih koraka i njihovih varijanata iz tradicionalnog i step aerobika. Dva treninga nedeljno bila su usmerena na razvoj snage: na jednom treningu su se koristile isključivo elastične trake i gume, a drugi je organizovan u vidu kružnog treninga, u kom su korišćeni i prethodno pomenuti rekviziti.

AEROBIK

Čas aerobika se izvodi uz muziku. Tempo izvođenja se kretao od 138 do 143 BPM (beat per minute, otkucaji u minuti). Beat predstavlja udarac, otkucaj, takt, odnosno muzičku reč (1 otkucaj = 1 pokret). Fraza predstavlja muzičku rečenicu; jedna fraza se odnosi na 8 otkucaja. Tempo je mera koja određuje broj otkucaja u minutu, a to određuje intenzitet. Brži tempo nameće intenzivniji rad - high impact, a sporiji tempo niži intenzitet vežbanja - low impact.

Čas je osmišljen tako da koreografija bude sastavljena iz sekvenca pokreta, koji su sastavljeni iz četiri osmice ili fraze. Koreografija će biti simetrična, počinje sa jednog mesta i na istom se završava. Svaka fraza se izvodi i desnom i levom nogom.

Delovi časa

1. Uvođenje organizma u rad

Zagrevanje je izvođeno u tempu između 120 – 134 otkucaja u minuti. Pri zagrevanju se primenjivao kranio-kaudalni redosled (od gore ka dole), ali počinjanjem step touch korakom ili marširanjem u mestu. Trajanje između 5-7 minuta.

2. Koreografija

Pripremni deo – Priprema lokomotornog sistema. Izvodiće se vežbe slične po strukturi onima koje će se odraditi u glavnom delu časa. Da bi se lakše savladali koraci, izvodiće se u low impact-u.

Glavni deo – koreografija. Izvodi se tako da tempo nameće high impact (tempo visokog udara).

Ukupno trajanje drugog dela časa između 43 – 48 minuta.

3. Završna faza časa

Primenjuju se vežbe istezanja i smirivanja organizma, opuštanje mišića. U pojedinim završnim delovima časa će se izvoditi i vežbe za duboke mišiće leđa. Trajanje između 7–10 minuta.

Koreografija se sastoji od osnovnih koraka koji se koriste u:

a) Tradicionalnom aerobiku:

Osnovni elementi low-aerobika:

- FROM SIDE TO SIDE – široki raskoračni stav, prenos težine tela s noge na nogu, broj ponavljanja je 8x. Iz tog položaja nogu rade se različiti pokreti ramenima i rukama.
- STEP TOUCH – korak-dokorak, privlačenje leve noge do desne, oslonac prednjim delom stopala o tlo. Težina tela se nalazi na desnoj nozi. Korak se može izvesti i levom nogom; u kretanju poludesno i polulevo napred, poludesno i polulevo nazad. Broj pokreta je 4. Iz tog položaja nogu rade se različiti pokreti rukama.
- DOUBLE STEP TOUCH – povezano dva koraka-dokoraka u jednu, pa u drugu stranu. Broj pokreta je 4.
- GRIPEVINE – ukršteni koraci u stranu: korak desnom-D (levom - L) u desno - D (levo - L), ukršteni korak levom (desnom) iza desne (leve), korak desnom (levom) u desno (levo), privlačenje leve (desne) bez prenosa težine tela, oslonac prednjim delom stopala o tlo. Broj pokreta 4.
- LEG CURL – korak uz prenošenje težine na stajnu nogu dok zamajna pravi pokret zgrčenog zanoženja. Varijanta: zamajna pravi pokret prednoženja pogrčeno.

Osnovni elementi high-aerobika:

- WALK – marširanje – u mestu, u kretanju napred i nazad
- JOGGING – trčanje u mestu i kretanju
- SUNOŽNI POSKOCI
- JUMPING JACK – naizmenični sunožni i raznožni skokovi u ritmu koje prate ruke iz priručnja do odručenja ili uzručenja. Vežba se izvodi jednotaktno ili dvotaktno. Lakša varijanta ove vežbe: odkorakom noge u stranu do polučučnja – istom putanjom do početnog stava.

b) Step aerobik:

- V STEP – pretkorak van (napred u stranu) jednom nogom, korak drugom nogom do raskoračnog stava, zakorak jedne, zatim druge noge do početnog stava. Kretanje

podseća na latinično slovo V. Intenzivnija varijanta ovog koraka je kretanje uz skok naizmenično jednom pa drugom nogom, prateći istu putanju koraka. Može se izvoditi dvotaktno ili jednotaktno.

- OVER THE TOP – korak se izvodi bočnim kretanje, tj. otkorakom i dokorakom jedne pa druge noge, uz poskok, rukama se najčešće izvodi suručni čeonu krug u stranu kretanja.
- KNEE UP – korak napred jednom nogom, drugom nogom predložiti zgrčeno, do početnog stava se spušta druga, zatim prva noga. Vežba se izvodi i sa poskokom noge koja kreće napred (istoimena ruka prati pokret do uzručenja).
- STEP KICK - šut ili nisko predložnje. Varijanta sa poskokom, uz promenu stajne noge, u ritmu.
- REPETER – iskoračiti jednom nogom, drugu nogu zgrčiti predložno (flektirati u zglobov kuka i kolena najmanje 90°) dok se težina tela ne prenese potpuno na prvu nogu, drugom nogom sunuti zanožno dok prsti te noge ne dodirnu pod, pokret grčenja i suvanja druge noge se ponavlja još dva puta ili četiri puta (ukupno tri ili pet puta), istom nogom zakorak i prikorak prvom nogom do početnog stava; pokret ima više različitih varijanti kojima se povećava intenzitet i brzina.
- ČUČNJEVI - skokovi iz polučučnja.
- LUNGE –korak koji se izvodi identično kao ispad. Može da se izvodi napred, u stranu ili nazad. Ovaj korak predstavlja pravolinijsko prebacivanje težišta tela na jednu ili na drugu nogu.

TRENING SNAGE

Delovi časa

Uvodni deo časa – zagrevanje - izvođenje elementa high impact aerobika, uz praćenje ritma muzike ili u slobodnom stilu. Takođe će se primenjivati kranio-kaudalni redosled.

Trajanje 10 – 15 minuta.

Glavni deo časa – primena kompleksa vežbi sa elastičnim trakama ili kružni trening.

Trajanje 43 – 35 minuta.

Završna faza časa – primenjuju se vežbe istezanja i smirivanja organizma, opuštanje mišića. Trajanje 7 – 10 minuta.

Prilikom izvođenja vežbi sa elastičnim trakama, ispitanice su podešavale hvat na dužinu gume koji je pružao opterećenje tolike veličine da poslednje ponavljenje u seriji bude izvedeno uz maksimalno naprezanje vežbom aktiviranih mišića. Naglašavano je da koncentrični deo pokreta bude izveden bržim, odnosno eksplozivnijim pokretom, a ekscentrični deo da se izvodi sporije, uz punu koncentraciju. Ovakav način se ne odnosi na vežbe za mišiće trbušnog zida. Na času treninga elastičnim trakama/gumama, broj ponavljanja u seriji se kretao 20 – 25, 15 – 20, 12 – 15, zavisno od težine vežbe koja je zadata. Intenzitet je subjektivno povećavan. Kada ispitanica dođe do nivoa snage da sa lakoćom izvodi određenu vežbu, povećavali smo opterećenje, a smanjivali broj ponavljanja za 3 – 5 ponavljanja.

Svaki trening je obuhvatao celo telo (gornji i donji deo tela i trup). Izvođene su vežbe za velike grupe mišića, kao i za izolovane mišiće. Na svakom treningu je akcenat bio na određenim grupama mišića, da bi na narednom treningu snage akcenat bio na njihovim antagonistima.

Primenjivane su vežbe: čučanj, iskorak, ispad (u različitim smerovima), abdukcija/adukcija mišića nogu, nožni potisak, zanoženja, mrtvo dizanje, veslanje u pretklonu, veslanje u sedu, jednoručno veslanje, potisci sa grudi, razvlačenja, potisci iznad glave, opružanje/fleksija u zglobu lakta, sklekovi/hod u uporu, hiperekstenzija.

7 REZULTATI

Sprovedenim ispitivanjem obuhvaćeno je 26 ispitanica starosti 45 – 55 godina (prosečne starosti $50,35 \pm 3,72$ godine). Ispitanice su podeljene u dve grupe – grupa koja je u premenopauzi (13) (PREM) i grupa koja je u postmenopauzi (13) (POSTM).

7.1 Karakteristike celokupnog uzorka

7.1.1 Životna dob i menarha

Tabela 2. Životna dob i menarha ukupnog uzorka

	PREM+POSTM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Starost (godine)	50.35	3.72	45.00	55.00	7.38	48.84	51.85	
Menarha (godine)	12.63	1.34	10.00	15.00	10.59	12.09	13.17	

Prosečna starost svih ispitanica iznosila je $50,35 \pm 3,72$ godina. Prosečna dob menarhe je $12,63 \pm 1,29$ godina. Koeficijent varijacije ukazuje da je uzorak homogen prema godinama starosti (7.38) i menarhe (10.59).

7.1.2 Telesna visina, telesna masa i indeks telesne mase celokupnog uzorka

Tabela 3. Telesna visina (TV), telesna masa (TM) i indeks telesne mase (BMI) celokupnog uzorka na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM+POSTM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Telesna visina (cm)	165.6	6.35	153.00	176.00	3.83		163.03	168.16
Telesna masa (kg)	68.38	8.85	52.00	91.00	12.94		64.81	71.96
BMI (kg/m²)	24.89	2.57	21.93	34.46	10.33		23.85	25.93

Na inicijalnom merenju prosečna telesna visina ispitanica bila je 165.6 ± 6.53 cm, telesna masa 68.38 ± 8.85 kg, a vrednost indeksa telesne mase 24.89 kg/m². Koeficijent varijacije ukazuje na homogenost grupe u svim obeležjima. U okviru klasifikacije stanja uhranjenosti na osnovu indeksa telesne mase, celokupan uzorak pripada kategoriji sa normalnom telesnom masom.

Tabela 4. Zastupljenost kategorija BMI u celokupnom uzorku na inicijalnom merenju

	BMI (kg/m ²)			
	≤ 18.5 (neuhranjenost)	18.5-24.9 (normalna TM)	25-29.9 (prekomerna TM)	≥ 30.0 (gojaznost)
N=26	0	18	7	1
%	0	69.2%	26.9%	3.8

Prema kategorijama uhranjenosti, ni jedna ispitanica nije imala vrednost BMI $\leq 18,5$ kg/m² (neuhranjenost), normalnu telesnu masu (BMI $18,5 - 24,9$ kg/m²) je imalo 18 (69,2%) ispitanica, prekomernu telesnu masu (BMI $25,0 - 29,9$ kg/m²) je imalo 7 (26,7%) ispitanica, dok je jedna ispitanica bila gojazna (3.8%).

Tabela 5. Telesna visina (TV), telesna masa (TM) i indeks telesne mase (BMI) celokupnog uzorka na finalnom merenju

	Finalno - PREM+POSTM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Telesna visina (cm)	165.6	6.35	153.00	176.00	3.83		163.03	168.16
Telesna masa (kg)	67.54	8.65	51.00	91.00	12.81		64.04	71.03
BMI (kg/m²)	24.59	2.6	21.50	34.46	10.6		23.54	2565

Na finalnom merenju telesna masa celokupnog uzorka je iznosila 67.54 ± 8.65 kg, a vrednost indeksa telesne mase 24.59 kg/m^2 . Koeficijent varijacije ukazuje na homogenost grupe u svim obeležjima. U okviru klasifikacije stanja uhranjenosti na osnovu indeksa telesne mase, celokupan uzorak pripada kategoriji sa normalnom telesnom masom.

Tabela 6. Zastupljenost kategorija BMI u celokupnom uzorku na finalnom merenju

		BMI (kg/m ²)			
		≤ 18.5 (neuhranjenost)	18.5-24.9 (normalna TM)	25-29.9 (prekomerna TM)	≥ 30.0 (gojaznost)
N=26	0	18	7	1	
%	0	69.2%	26.9%	3.8	

Prema kategorijama uhranjenosti, ni jedna ispitanica nije imala vrednost BMI $\leq 18,5$ kg/m² (neuhranjenost), normalnu telesnu masu (BMI 18,5 – 24,9 kg/m²) je imalo 18 (69,2%) ispitanica, prekomernu telesnu masu (BMI 25,0 – 29,9 kg/m²) je imalo 7 (26,7%) ispitanica, dok je jedna ispitanica bila gojazna (3.8%).

Na osnovu intervala poverenja, utvrđeno je da nema statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja u vrednostima telesne mase i indeksa telesne mase celokupnog uzorka.

7.1.3 Osteodenzitometrija: mineralni koštani sadržaj i koštana gustina celokupnog uzorka

Tabela 7. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK) i koštana gustina (BMD LK) lumbalne kičme celokupnog uzorka na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC LK (gr)	62.24	11.50	47.98	100.45	18.48	57.59	66.89	1.35	2.64	.750
BMD LK (gr/cm²)	1.018	.145	.693	1.270	14.26	.959	1.076	-.17	-.56	1.000

Koeficijent varijacije (CV) ukazuje na homogenost uzorka kod mineralnog koštanog sadržaja (18.48), i koštane gustine (14.26) lumbalne kičme. Povećane vrednosti Skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična kod mineralnog koštanog sadržaja (1.35), a pozitivno asimetrična kod koštane gustine (-.17). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 8. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK) i koštana gustina (BMD LK) lumbalne kičme celokupnog uzorka na finalnom merenju

	Finalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC LK (gr)	62.22	11.64	46.4	100.45	18.71	57.51	66.92	1.38	2.54	.733
BMD LK (gr/cm²)	1.014	.145	.711	1.270	14.39	.955	1.073	-.12	-.83	.976

Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost uzorka kod mineralnog koštanog sadržaja (18.71) i koštane gustine (14.39) lumbalne kičme. Vrednosti Skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična kod mineralnog koštanog sadržaja (1.38), a

pozitivno asimetrična kod koštane gustine (-.12). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 9. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

Analiza	n	F	p
MANOVA	2	.008	.992
diskriminativna	2	.008	.992

Na osnovu vrednosti $p = .992$ (analize MANOVA) i $p = .992$ (diskriminativne analize), uočava se statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme. Kada se sagledavaju rezultati osteodenzitometrijskih parametara lumbalne kičme svih ispitanica, primećuje se da nije bilo statistički značajne promene nakon sprovedenog programa vežbanja.

Tabela 10. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

Varijabla	F	p
BMC LK	.000	.994
BMD LK	.007	.932

Legenda: k.dsk je koeficijent diskriminacije

Kako je $p > .1$, ne uočava se statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka kod: mineralnog koštanog sadržaja (.994), mineralne gustine kosti lumbalne kičme (.932). Nije došlo do značajne promene nakon programa vežbanja ni u jednom od parametara osteodenzitometrije lumbalne kičme kod celokupnog uzorka ispitanica.

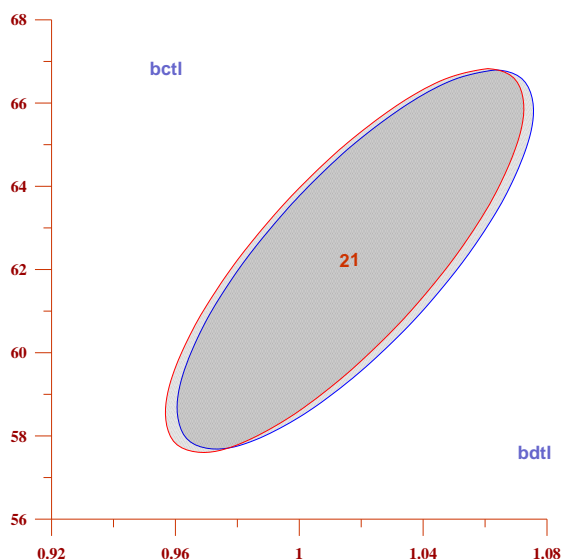
Tabela 11. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.04
finalno	.04	.00

Računanjem Mahalanobisove distance iz tabele ukazuje da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija obeležja: mineralna gustina kosti lumbalne kičme (BMD LK) i mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme (BMC LK).

Grafikon 1 Elipse (intervala poverenja) kod koštane gustine lumbalne kičme i mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme na inicijalnom i finalnom merenju



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); mineralna koštana gustina lumbalne kičme (bdtl); mineralni koštani sadržaj lumbalne kičme (bctl)

Na osnovu elipsi prikazanih na grafikonu, uočavamo da su mineralni koštani sadržaj i koštana gustina lumbalne celokupnog uzorka niži na finalnom merenju u odnosu na zabeleženo stanje pri inicijalnom merenju.

Tabela 12. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF) i koštana gustina (BMD VF) vrata butne kosti celokupnog uzorka na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC VF (gr)	3.91	.74	2.91	5.91	18.83	3.61	4.20	.76	.18	.731
BMD VF (gr/cm²)	.791	.137	.568	1.087	17.40	.736	.847	.73	-.25	.632

Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost mineralnog koštanog sadržaja (18.83) i koštane gustine vrata butne kosti (17.40). Povećane vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, odnosno da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralnog koštanog sadržaja (0.76) i mineralne koštane gustine (0.73) vrata butne kosti. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 13. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF) i koštana gustina (BMD VF) vrata butne kosti celokupnog uzorka na finalnom merenju

	Finalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC VF (gr)	3.92	.76	2.69	5.91	19.29	3.62	4.23	.50	.06	.955
BMD VF (gr/cm²)	.782	.139	.557	1.087	17.83	.725	.838	.66	-.04	.547

Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost mineralnog koštanog sadržaja (19.29) i koštane gustine vrata butne kosti (17.83). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična kod mineralnog koštanog sadržaja (.50) i koštane gustine vrata butne kost (.66). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 14. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti

Analiza	n	F	p
MANOVA	2	.168	.845
diskriminativna	2	.165	.848

Na osnovu vrednosti $p = .845$ (analize MANOVA) i $p = .848$ (diskriminativne analize), nije uočena statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti. Program vežbanja nije doprineo statistički značajnoj promeni vrednosti osteodenzitometrijskih parametara vrata butne kosti celokupnog uzorka.

Tabela 15. Značaj razlike između između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti

Varijabla	F	p
BMC VF	.006	.941
BMD VF	.068	.796

Kako je $p > .1$, ne uočava se značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka kod: mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti (.941), mineralne koštane gustine vrata butne kosti (.796). Gledajući svaki parametar posebno, nije bilo statistički značajne promene vrednosti nakon realizacije programa vežbanja ni u jednom merenom parametru vrata butne kosti kod celokupnog uzorka.

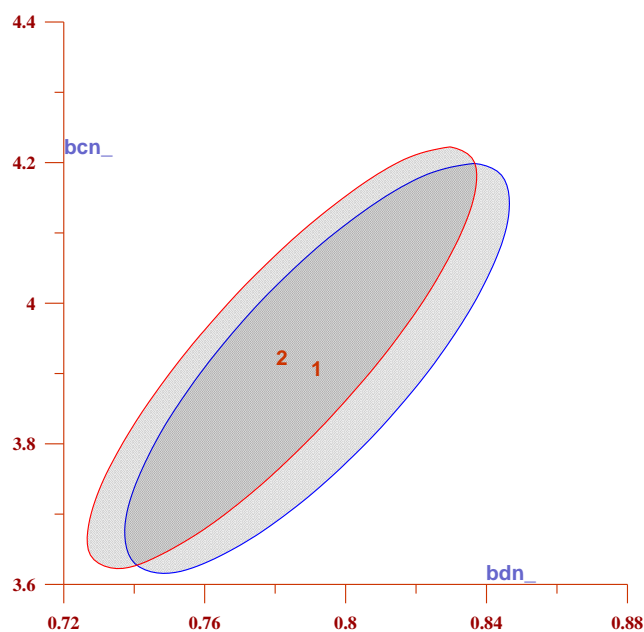
Tabela 16. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.16
finalno	.16	.00

Računanjem Mahalanobisove distance iz tabele zaključuje se da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: mineralna gustina kosti vrata butne kosti (BMD VF) i mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti (BMC VF).

Grafikon 2 Elipse (interval poverenja) kod mineralne koštane gustine vrata butne kosti i mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); mineralna gustina kosti vrata butne kosti (bdn); mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti (bcn)

Na osnovu elipsi prikazanih u grafikonu, uočava se da je vrednost mineralne gustine kosti celokupnog uzorka niža, a mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti viša na finalnom merenju u odnosu na inicijalno.

Tabela 17. Mineralni koštani sadržaj (BMC K) i koštana gustina (BMD K) kuka celokupnog uzorka na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC K (gr)	31.14	4.97	21.74	44.07	15.97	29.13	33.15	.59	.09	.537
BMD K (gr/cm²)	.917	.121	.697	1.191	13.15	.868	.966	.22	-.30	.812

Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost parametara mineralni koštani sadržaj (15.97) i koštana gustina (13.15) kuka. Povećane vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, odnosno da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralnog koštanog sadržaja (0.59) i koštane gustine (0.22) kuka. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 18. Mineralni koštani sadržaj (BMC K) i koštana gustina (BMD K) kuka celokupnog uzorka na finalnom merenju

	Finalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC K (gr)	31.74	5.35	20.92	44.07	16.87	29.58	33.90	.28	-.29	.507
BMD K (gr/cm²)	.923	.126	.699	1.225	13.74	.87	.98	.29	-.16	.998

Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost parametara mineralnog koštanog sadržaja (16.87) i koštane gustine (13.74) kuka. Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična mineralnog koštanog sadržaja (.28) i koštane gustine (.29) kuka. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 19. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka

Analiza	n	F	p
MANOVA	2	.104	.901
diskriminativna	2	.102	.903

Na osnovu vrednosti $p = .901$ (analize MANOVA) i $p = .903$ (diskriminativne analize), nije uočena statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na osteodenzitometrijske parametre kuka. Sagledavajući rezultate celokupnog uzorka, program vežbanja nije statistički značajno uticao na promenu vrednosti parametara merenih na kuku.

Tabela 20. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka

Varijabla	F	p
BMC K	.176	.677
BMD K	.028	.867

Kako je $p > .1$, ne uočava se statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka kod: mineralnog koštanog sadržaja kuka (.677) i mineralne gustine kosti kuka (.867). Sagledavajući odvojeno rezultate vrednosti parametara merenih na kuku kod celokupnog uzorka, program vežbanja nije uticao na statistički značajne promene.

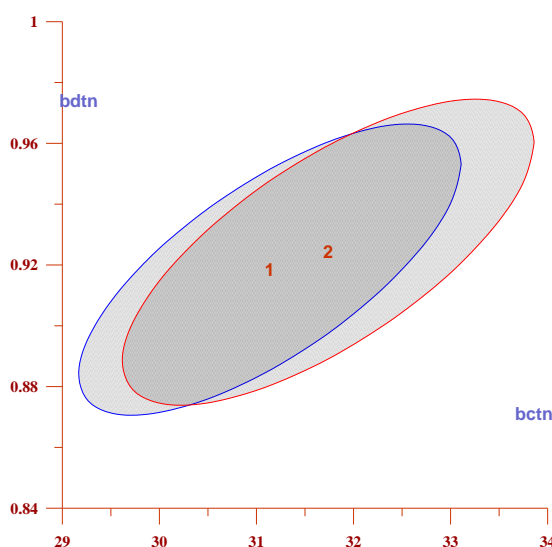
Tabela 21. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.13
finalno	.13	.00

Računanje Mahalanobisove distance ukazuje da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristike grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: mineralni koštani sadržaj kuka (BMC K) i mineralna koštana gustina ukupnog kuka (BMD K).

Grafikon 3. Elipse (intervali poverenja) mineralne koštane gustine i mineralnog koštanog sadržaja kuka



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); mineralni koštani sadržaj kuka (bctn); mineralna gustina kosti kuka (bdtm);

Na osnovu elipsi prikazanih na grafikonu, uočava se da su, u odnosu na mineralni koštani sadržaj i mineralnu koštanu gustinu kuka celokupnog uzorka na inicijalnom merenju manje vrednosti, dok su veće vrednosti izmerene na finalnom merenju.

Tabela 22. Veličina promene osteodenzitometrijskih parametara nakon realizacije programa vežbanja kod celokupnog uzorka

	AS promene ± SE	% promene
BMC LK	-0.025 ± 0.608	-0.04
BMD LK	-0.004 ± 0.04	-0.43
BMC VF	0.015 ± 0.031	0.39
BMD VF	-0.009 ± 0.008	-1.20
BMC K	0.6 ± 0.267	1.93
BMD K	0.006 ± 0.003	0.67

AS – srednja vrednost; SE – standardna greška; % - procenat promene;

Prema vrednostima prikazanim u tabeli, uočava se da je nakon programa vežbanja najveća promena uočena u mineralnom koštanom sadržaju kuka (1,93%), gde je došlo do povećanja vrednosti, dok je najveći gubitak uočen u mineralnoj koštanoj gustini vrata butne kosti (-1,20%), iako se vrednost mineralnog koštanog sadržaja ovog dela povećala (0,39%). Vežbanje nije uticalo na povećanje merenih osteodenzitometrijskih parametra lumbalne kičme.

7.1.4 Biohemijski markeri koštanog remodelovanja

Tabela 23. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) celokupnog uzorka celokupnog uzorka na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
OC (ng/ml)	25.94	8.37	12.68	43.33	32.24	22.57	29.33	.60	-.31	.738
CTX (ng/ml)	.438	.163	.170	.902	37.21	.371	.503	.77	.92	.884
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.12	.06	1.04	1.27	5.37	1.10	1.15	.79	.03	.638
P (mmol/l)	1.20	.15	.9	1.48	12.47	1.14	1.26	.10	-.54	.973
ALP (U/L)	63.42	13.22	43.0	89.0	20.84	58.08	68.76	.52	-.76	.375

Veće vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na heterogenost uzorka prema osteokalcinu (OC) (32.24), beta-crosslapsu (CTX) (37.21), alkalnoj fosfatazi (ALP) (20.84). Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost fosfora (P) (12.47), Ca⁺⁺ (5.37). Povećane vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod svih parametara biohemijskih markera koštanog remodelovanja. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 24. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) celokupnog uzorka na finalnom merenju

	Finalno - PREM+POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
OC (ng/ml)	25.89	8.81	10.04	47.46	34.04	22.33	29.45	.62	.05	.594
CTX (ng/ml)	.460	.221	.152	.962	43.30	.377	.556	.64	.39	.362
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.16	.09	1.03	1.36	7.98	1.12	1.20	.53	-.90	.177
P (mmol/l)	1.26	.13	1.06	1.58	10.09	1.21	1.32	.85	.19	.143
ALP (U/L)	57.62	9.99	41.0	78.0	17.34	53.58	61.65	.58	-.34	.184

Veće vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na heterogenost uzorka na finalnom merenju prema OC (34.04) i CTx (43.30). Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na homogenost parametara: P (10.09), ALP (17.34), Ca⁺⁺ (7.98). Povećane vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, to znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod svih parametara biohemiskih markera. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 25. Značajnost razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Analiza	n	F	p
MANOVA	5	2.098	.082
diskriminativna	5	2.075	.086

Na osnovu vrednosti $p = .082$ (analize MANOVA) i $p = .086$ (diskriminativne analize), znači da postoji razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja. Uzimajući u obzir sve merene parametre, program vežbanja je uticao na statistički značajnu promenu vrednosti biohemijskih markera kod celokupnog uzorka.

Tabela 26. Značajnost razlike između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja

	F	p	Koef. disk.
OC	.001	.980	.020
CTX	.202	.655	.072
P	2.573	.115	.018
ALP	3.195	.080	.132
Ca⁺⁺	2.337	.133	.041

Kako je $p < .1$, znači da postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka kod: alkalne fosfataze (ALP) (.080).

Kako je $p > .1$, znači da nije uočena značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka kod obeležja: osteokalcin (OC) (.980), beta-crosslaps (CTX) (.655), fosfor (P) (.115), kalcijum jonski (Ca⁺⁺) (.133).

Rezultati u tabeli ukazuju da je program vežbanja statistički značajno uticao samo na nivo alkalne fosfataze celokupnog uzorka, dok kod ostalih parametara nije utvrđena značajna promena.

Koeficijent diskriminacije upućuje da je najveći doprinos diskriminaciji između inicijalnog i finalnog merenja ima alkalna fosfataza (ALP) (.132), beta crosslaps (CTX) (.072), kalcijum jonski (Ca⁺⁺) (.041), osteokalcin (OC) (.020), fosfor (P) (.018).

Značajnost diskriminativne analize iznosi $p = .086$, što ukazuje da postoji jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja, te odrediti karakteriske uzorka u odnosu na osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupnu alkalnu fosfatazu (ALP).

Tabela 27. Karakteristike i homogenost celokupnog uzorka na inicijalnom i finalnom merenju biohemijskih markera koštanog remodelovanja

	Inicijalno merenje	Finalno merenje	doprinos %
ALP	veće* ¹	manje	46.643
CTX	manje	veće	25.442
Ca⁺⁺	manje	veće	14.488
OC	veće	manje	7.067
P	manje	veće	6.360
n/m	17/26	18/26	
%	65.38	69.23	

hmg - homogenost; dpr % - doprinos obeležja karakteristikama

Svojstvo svakog merenja najviše definiše alkalna fosfataza (ALP) jer je doprinos ovog parametra karakteristikama 46.64%, zatim slede: beta crosslaps (CTX) (25.44%), kalcijum jonski (Ca⁺⁺) (14.49%), osteokalcin (OC) (7.07%) i fosfor (P) (6.36%). Homogenost je na inicijalnom merenju 65.38% i na finalnom 69.23%.

Karakteristike grupe na inicijalnom merenju ima 17 od 26 ispitanica, homogenost je 65.4%, a to znači da 9 ispitanica ima druge karakteristike, a ne karakteristike svoje grupe. Karakteristike na finalnom merenju ima 18 od 26 ispitanica, homogenost je 69.2%, jer 8 ispitanicima druge karakteristike.

To znači da ispitanice čije karakteristike su slične karakteristikama sa inicijalnog merenja, a nepoznata je njihova pripadnost merenja, može se očekivati sa pouzdanošću od 65.4% da pripadaju baš inicijalnom merenju, odnosno moguće je dati prognozu sa određenom pouzdanošću.

Na osnovu parametara biohemijskih markera koštanog remodelovanja celokupnog uzorka, može se reći da:

- **inicijalno merenje** ima svojstva: alkalna fosfataza (ALP) je *veća**¹, beta crosslaps (CTX) je *manji*, kalcijum jonski (Ca⁺⁺) je *manji*, osteokalcin (OC) je *veći*, fosfor (P) je *manji*.
- **finalno merenje**: alkalna fosfataza (ALP) je *manja*, beta crosslaps (CTX) je *veći*, kalcijum jonski (Ca⁺⁺) je *veći*, osteokalcin (OC) je *manji*, fosfor (P) je *veći*.

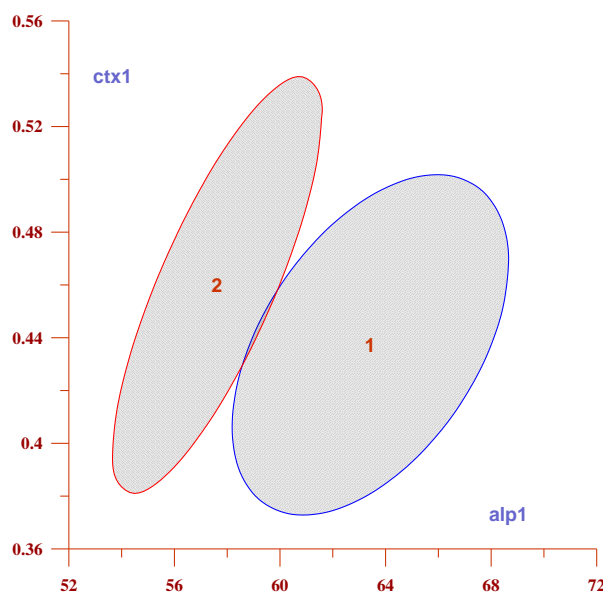
Tabela 28. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja celokupnog uzorka u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja celokupnog uzorka

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.93
finalno	.93	.00

Mahalanobisove distance ukazuju da je umereno rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja biohemijskih markera koštanog remodelovanja celokupnog uzorka.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristike grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju u odnosu na tri najdiskriminativnija parametra: alkalnu fosfatazu (ALP), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺).

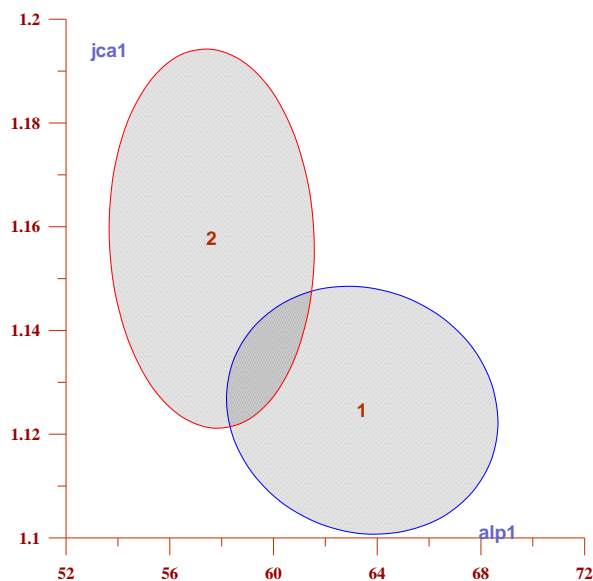
Grafikon 4. Elipse (intervali poverenja): alkalna fosfataza (ALP) i beta-crosslaps (CTX)



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; alkalna fosfataza (ALP) (alp1); beta cross laps (CTX) (ctx1)

Na osnovu elipsi prikazanih na grafikonu, u odnosu na alkalnu fosfatazu (ALP), celokupni uzorak ima najmanju vrednost na finalnom merenju, a najveću na inicijalnom. Beta-crosslaps (CTX) ima manju vrednost na inicijalnom u odnosu na finalno merenje.

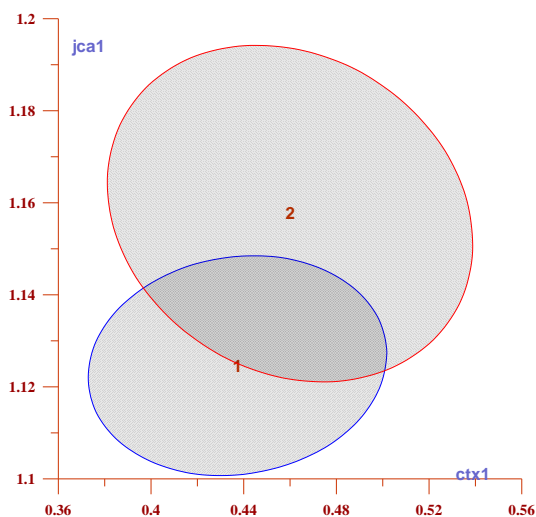
Grafikon 5. Elipse (intervala poverenja) kod alkalne fosfataze (ALP) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺)



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; alkalna fosfataza (ALP) (alp1); kalcijum jonski (Ca⁺⁺) (jca1)

Elipse prikazane na grafikonu ukazuju da je nivo alkalne fosfataze (ALP) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) celokupnog uzorka na finalnom merenju niži u odnosu na inicijalno.

Grafikon 6. Elipse (intervala poverenja) kod beta crosslaps (CTX) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺)



Elipse na grafikonu ukazuju da su vrednosti beta-crosslapsa (CTX) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) celokupnog uzorka niže na inicijalnom u odnosu na finalno merenje.

Tabela 29. Veličina promene bihemijskih markera koštanog remodelovanja celokupnog uzorka

	AS promene ± SE	% promene
OC (ng/ml)	-0.061 ± 0.88	-0.24
CTX (ng/ml)	0.022 ± 0.022	5.14
Ca⁺⁺ (mmol/l)	0.033 ± 0.013	2.94
P (mmol/l)	0.062 ± 0.026	5.15
ALP (U/L)	-5.808 ± 1.295*	-9.16

AS – srednja vrednost; SE – standardna greška; % - procenat promene; *značajno na nivou $p \leq 0.05$

Prema prikazanoj Tabeli 29 uočava se da je program vežbanja uticao na smanjenje nivoa ukupne alkalne fosfataze, na statistički značajnom nivou. Promene ostalih parametara nisu značajne, a smanjenje je uočeno kod nivoa ostokalcina (-0,24%), dok su se vrednosti beta-crosslapsa, kalcijuma jonskog i fosfora povećale.

7.2 Analiza razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju

7.2.1 Analiza razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu

Tabela 30. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK) i koštana gustina (BMD LK) lumbalne kičme grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Premenopauza (N=13)				Postmenopauza (N=13)			
	AS	SD	MIN	MAX	AS	SD	MIN	MAX
BMC LK (gr)	65.02	13.09	51.73	100.44	59.45	9.34	47.98	73.84
BMD LK (gr/cm ²)	1.086	.118	.934	1.270	.950	.140	.693	1.158

Tabela 31. Značaj razlike između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

Analiza	n	F	p
MANOVA	2	3.831	.029
diskriminativna	2	3.970	.034

Na osnovu vrednosti $p = .029$ (analize MANOVA) i $p = .034$ (diskriminativne analize), znači da postoji razlika i jasno definisana granica između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u vrednostima osteodenzitometrijskih parametara lumbalne kičme.

Tabela 32. Značajnost razlike između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

	F	p	koef. disk.
BMC LK	1.563	.223	.073
BMD LK	6.908	.015	.296

Kako je $p < .1$, znači da postoji statistički značajna razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju kod mineralne koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) (.015).

Koeficijent diskriminacije upućuje na to da veći doprinos diskriminaciji između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe ima koštana gustina lumbalne kičme (BMD LK) (.296).

Tabela 33. Karakteristike i homogenost premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

	PREM_1	POSTM_1	doprinos %
BMD LK	veće* ¹	manje	80.217
BMC LK	veće	manje	19.783
n/m	11/13	10/13	
%	84.62	76.92	

hmg - homogenost; dpr % - doprinos obeležja karakteristikama

Svojstvo svake grupe najviše definiše koštana gustina lumbalne kičme (BMD LK) jer je doprinos parametra karakteristikama 80.22%. Homogenost grupe u premenopauzi je 84.62%, a u postmenopauzi 76.92%.

Na inicijalnom merenju, karakteristike premenopauzalne grupe ima 11 od 13 ispitanica čija homogenost je 84.6%, što znači da dve ispitanice imaju druge karakteristike, a

ne karakteristike svoje grupe. Karakteristike postmenopauzalne grupe ima 10 od 13 ispitanica, homogenost je 76.9%, jer tri ispitanice imaju druge karakteristike.

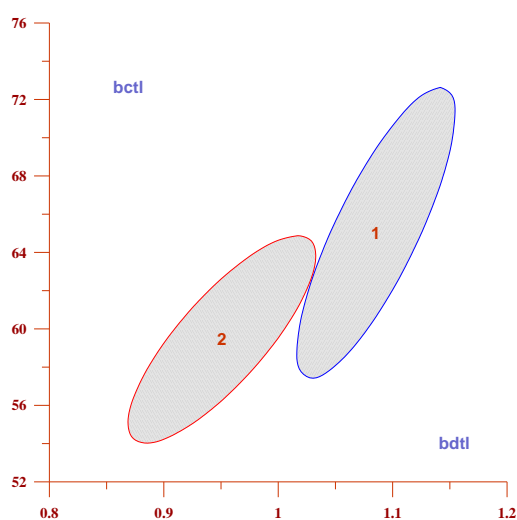
Na osnovu vrednosti mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine lumbalne kičme, grupa u premenopauzi na početku istraživanja ima značajno veću koštanu gustinu lumbalne kičme i veći mineralni koštani sadržaj u odnosu na grupu u postmenopauzi.

Tabela 34. Distanca (Mahalanobisova) između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu lumbalne kičme

Mahalanobisova distanca	PREM_1	POSTM_1
PREM_1	.00	1.15
POSTM_1	1.15	.00

Mahalanobisove distance ukazuju da je veliko rastojanje između pre- i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i mineralnu koštanu gustinu lumbalne kičme.

Grafikon 7. Elipse (intervala poverenja), mineralna koštana gustina i mineralni koštani sadržaj lumbalne kičme



Legenda: premenopauza - inicijano merenje (1); postmenopauza - inicijalno merenje (2); mineralna gustina kosti LS (LS); mineralni koštani sadržaj LS (bctl)

Prema elipsama prikazanih na grafikonu, uočava se da je na početku istraživanja mineralna koštana gustina i mineralni koštani sadržaj lumbalne kičme manji kod ispitanica u postmenopauzi nego kod ispitanica u premenopauzi.

Tabela 35. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF) i koštana gustina (BMD VF) vrata butne kosti grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Premenopauza (N=13)				Postmenopauza (N=13)			
	AS	SD	MIN	MAX	AS	SD	MIN	MAX
BMC VF (gr)	4.06	.84	2.69	5.91	3.80	.64	3.02	4.83
BMD VF (gr/cm²)	.832	.126	.689	1.087	.750	.126	.568	1.034

Tabela 36. Značaj razlike između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti

Analiza	n	F	p
MANOVA	2	1.467	.241
diskriminativna	2	1.447	.257

Na osnovu vrednosti $p = .241$ (analize MANOVA) i $p = .257$ (diskriminativne analize) zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika i jasno definisana granica između grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju u odnosu na osteodenzitometrijske parametre vrata butne kosti.

Tabela 37. Značajnost razlike između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti

	F	p
BMC VF	.512	.481
BMD VF	2.354	.138

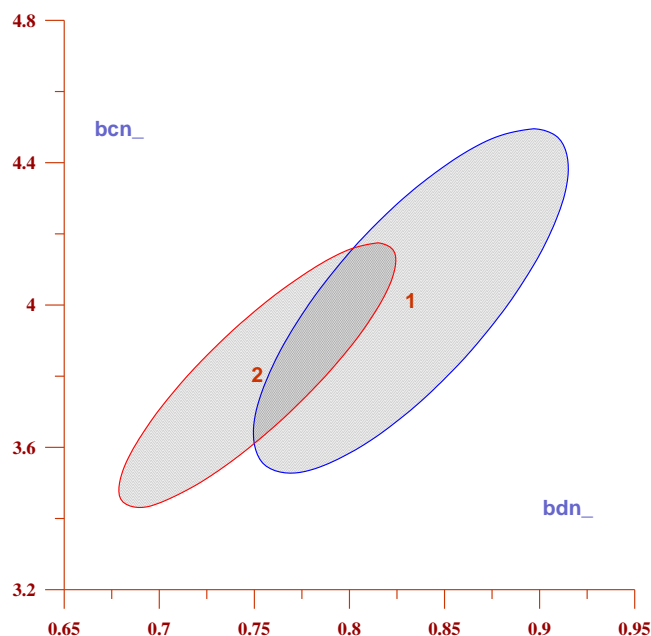
Kako je $p > .1$, znači da nije uočena statistički značajna razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe kod: mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti (BMC VF) (.481), mineralne koštane gustine vrata butne kosti (BMD VF) (.138).

Tabela 38. Distanca (Mahalanobisova) između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj (BMC) i koštanu gustinu (BMD) vrata butne kosti

Mahalanobisova distanca	PREM_1	POSTM_1
PREM_1	.00	.70
POSTM_1	.70	.00

Mahalanobisova distanca prikazana u tabeli ukazuje da je umereno rastojanje između pre- i postmenopauzalne grupe pre početka istraživanja u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti.

Grafikon 8. Elipse (intervala poverenja), mineralna koštanu gustina i mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti



Legenda: premenopauza - inicijalno merenje (1); postmenopauza - inicijalno merenje (2); mineralna gustina kosti vrata butne kosti (bdn); mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti (bcn)

Prema elipsama prikazanim na grafikonu uočava se da su mineralna gustina kosti i mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti na inicijalnom merenju, odnosno pre početka istraživanja, veći kod grupe u premenopauzi nego kod grupe u postmenopauzi.

Tabela 39. Mineralni koštani sadržaj (BMC K) i koštanu gustina (BMD K) kuka grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Premenopauza (N=13)				Postmenopauza (N=13)			
	AS	SD	MIN	MAX	AS	SD	MIN	MAX
BMC K (gr)	31.42	4.80	27.13	44.07	30.85	5.32	21.7	38.6
BMD K (gr/cm²)	.954	.091	.834	1.108	.880	.139	.697	1.191

Tabela 40. Značajnost razlike između grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka

Analiza	n	F	p
MANOVA	2	1.918	.158
diskriminativna	2	1.911	.172

Na osnovu vrednosti $p = .158$ (analize MANOVA) i $p = .172$ (diskriminativne analize), uočava se da ne postoji statistički značajna razlika i jasno definisana granica između ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju u osteodenzitometrijskim parametrima kuka.

Tabela 41. Značaj razlike između grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka

	F	p
BMC K	.083	.776
BMD K	2.464	.130

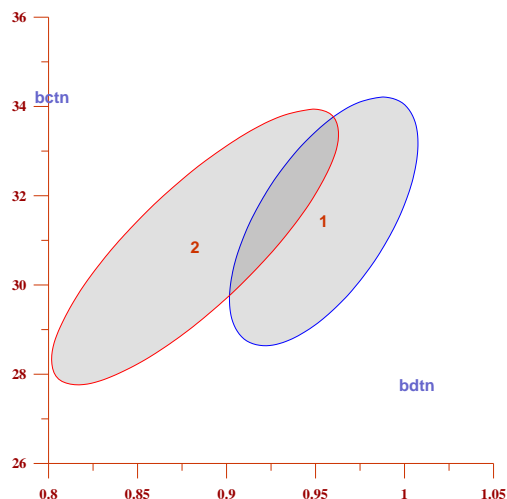
Kako je $p > .1$, znači da nije uočena statistički značajna razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju kod mineralnog koštanog sadržaja kuka (.776) i mineralne koštane gustine kuka (.130).

Tabela 42. Distanca (Mahalanobisova) između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka

Mahalanobisova distanca	PREM_1	POSTM_1
PREM_1	.00	.80
POSTM_1	.80	.00

Mahalanobisove distance ukazuju da je umereno rastojanje između ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi na početku istraživanja, tj. na inicijalnom merenju, prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine kuka.

Grafikon 9. Elipse (intervala poverenja), mineralna koštana gustina (BMD K) i mineralni koštani sadržaj (BMC K) kuka



Legenda: premenopauza - inicijalno merenje (1); postmenopauza - inicijalno merenje (2); mineralna gustina kosti kuka (bdtn); mineralni koštani sadržaj kuka (bctn)

Prema elipsama prikazanih na grafikonu uočava se da su vrednosti mineralne gustine kosti i mineralnog koštanog sadržaja kuka na inicijalnom merenju, tj. na početku istraživanja, veće kod ispitanica u premenopauzi nego kod ispitanica u postmenopauzi.

7.2.2 Analiza razlika između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Tabela 43. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju

	Premenopauza (N=13)				Postmenopauza (N=13)			
	AS	SD	MIN	MAX	AS	SD	MIN	MAX
OC (ng/ml)	22.32	6.72	12.68	35.55	29.58	8.49	19.64	43.33
CTX (ng/ml)	.356	.114	.170	.538	.519	.167	.287	.902
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.12	.06	1.04	1.22	1.13	.06	1.05	1.12
P (mmol/l)	1.15	.17	.90	1.48	1.25	.11	1.13	1.47
ALP (U/L)	59.69	13.07	43.0	88.0	67.15	12.77	48.0	89.0

Tabela 44. Značaj razlike između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Analiza	n	F	p
MANOVA	5	2.178	.095
diskriminativna	4	2.613	.066

Na osnovu vrednosti $p = .095$ (analize MANOVA) i $p = .066$ (diskriminativne analize), zaključuje se da postoji razlika i jasno definisana granica između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja i metaboličke aktivnosti kosti.

Tabela 45. Značaj razlike između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

	F	p	Koef. diskriminacije
OC	5.830	.024	.081
CTX	8.375	.008	.073
P	3.598	.070	.081
ALP	2.168	.154	.027
Ca⁺⁺	.016	.900	

Legenda: k.dsk je koeficijent diskriminacije

Kako je $p < .1$, to znači da postoji statistički značajna razlika između grupe u premenopauzi i postmenopauzi na početku istraživanja kod: osteokalcina (OC) (.024), beta-crosslapsa (CTX) (.008) i fosfora (P) (.070).

Koeficijent diskriminacije upućuje da je najveći doprinos diskriminaciji između grupa kod: fosfora (P) (.081), osteokalcina (OC) (.081) i beta crossalaps (CTX) (.073).

Tabela 46. Karakteristike i homogenost premenopauzalne i postmenopauzalne grupe na inicijalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

	PREM_1	POSTM_1	doprinos %
P	manje	veće* ¹	30.916
OC	manje	veće* ¹	30.916
CTX	manje	veće* ¹	27.863
ALP	manje	veće	10.305
n/m	9/13	8/13	
%	69.23	61.54	

hmg - homogenost; dpr % - doprinos obeležja karakteristikama

Svojstvo svake grupe najviše definiše fosfor (P), jer je doprinos parametra karakteristikama 30.92%, te potom slede: osteokalcin (OC) (30.92%), beta-crosslaps (CTX)

(27.86%) i alkalna fosfataza (ALP) (10.31%). Homogenost premenopauzalne grupe je 69.23% , a postmenopauzalne grupe je 61.54%.

Na inicijalnom merenju karakteristike premenopauzalne grupe ima 9 od 13 ispitanica, homogenost je 69.2%, što znači da četiri ispitanice imaju druge karakteristike, a ne karakteristike svoje grupe. Karakteristike postmenopauzalne grupe ima 8 od 13 ispitanica, homogenost je 61.5% jer pet ispitanica ima druge karakteristike.

Tabela broj 46 nam ukazuje da na početku istraživanja grupa u postmenopauzi ima značajno veće vrednosti fosfora, osteokalcina, beta-crosslapsa, kao i alkalne fosfataze, ali ne na značajnom nivou, u odnosu na grupu u premenopauzi.

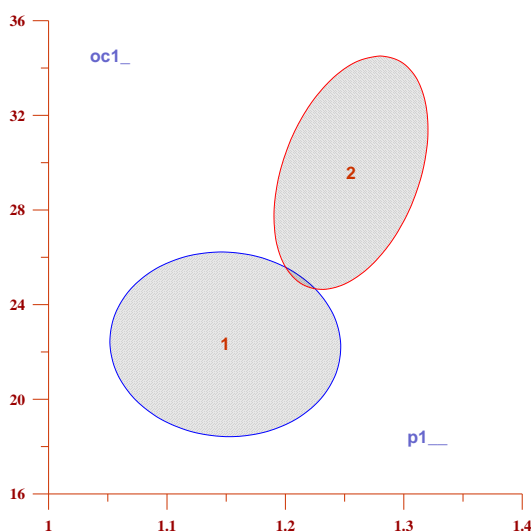
Tabela 47. Distanca (Mahalanobisova) između grupe u premenopauzi i postmenopauzi na inicijalnom merenju u odnosu na bihemijske markere koštanog remodelovanja

Mahalanobisova distanca	PREM_1	POSTM_1
PREM_1	.00	1.39
POSTM_1	1.39	.00

Vrednost Mahalanobisove distance ukazuje da je na početku istraživanja veliko rastojanje između premenopauzalne i postmenopauzalne grupe u odnosu na bihemijske markere koštanog remodelovanja.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristike svake grupe na inicijalnom merenju u odnosu na tri najdiskriminativnija parametra: fosfor (P), osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX).

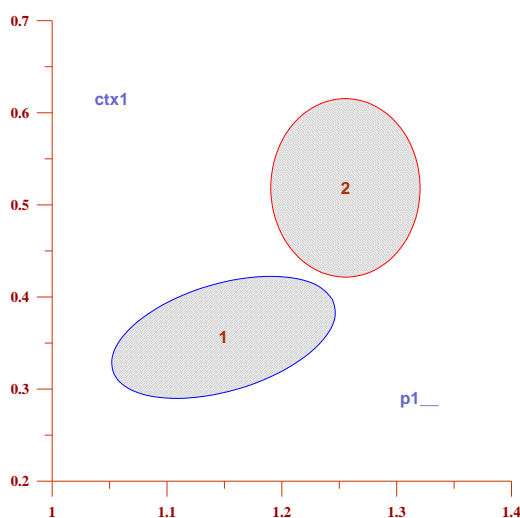
Grafikon 10. Elipse (intervala poverenja) –fosfor (P) i osteokalcin (OC)



Legenda: premenopauza - inicijano merenje (1); postmenopauza - inicijalno merenje (2); fosfor (P) (p1); osteokalcin (OC) (oc1);

Na osnovu elipsi prikazanih na grafikonu, primećujemo da na inicijalnom merenju, odnosno na početku istraživanja, ispitanice u premenopauzi imaju niže vrednosti fosfora (P) i osteokalcina (OC) u odnosu na ispitanice u postmenopauzi.

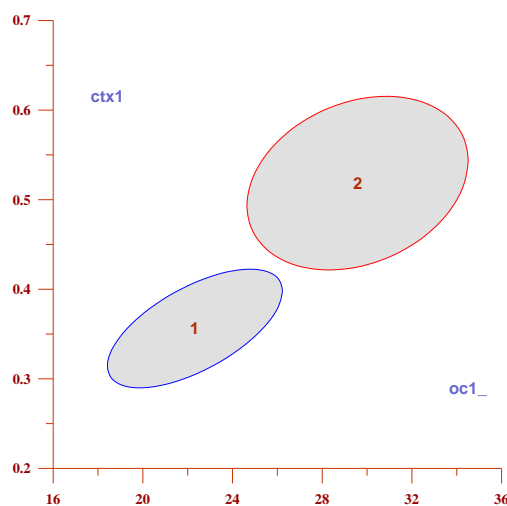
Grafikon 11. Elipse (intervala poverenja) – fosfor (P) i beta-crosslaps (CTX)



Legenda: premenopauza - inicijano merenje (1); postmenopauza - inicijalno merenje (2); fosfor (P) (p1); beta cross laps (CTX) (ctx1)

Prema elipsama prikazanim na Grafikonu 11 uočava se da na inicijalnom merenju ispitanice u premenopauzi imaju niži nivo beta-crosslapsa (CTX) i neorganskog fosfora (P) u odnosu na ispitanice u postmenopauzalnom periodu.

Grafikon 12. Elipse (intervala poverenja) – beta-crosslaps (CTX) i osteokalcin (OC)



Legenda: premenopauza - inicijano merenje (1); postmenopauza - inicijalno merenje (2); osteokalcin (OC) (oc1); beta cross laps (CTX) (ctx1)

Prema elipsama prikazanim na grafikonima, uočava se da je na početku istraživanja, grupa u premenopauzi imala niže vrednosti osteokalcina (OC) i beta-crosslapsa (CTX) nego grupa u postmenopauzi.

7.3 Analiza razlike između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi

7.3.1 Analiza razlike između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na osteodenzitometrijske parametre

U ovom delu rada dokazaće se ili odbaciti tvrdnja da ne postoji značajna razlika između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na osteodenzitometrijske parametre lumbalne kičme, vrata butne kosti i ukupnog kuka.

Tabela 48. Značaj razlike između uticaja programa vežbanja grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na osteodenzitometrijske parametre

analiza	n	F	p
MANOCOVA	6	.913	.516

Kako je $p = .516$, znači da nije uočena statistički značajna razlika između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na osteodenzitometrijske parametre lumbalne kičme, vrata butne kosti i kuka.

Tabela 49. Značajnost razlike između grupa u odnosu na osteodenzitometrijske parametre

ANOCOVA	F	p
BMC LK	1.399	.252
BMD LK	1.100	.308
BMC VF	.747	.399
BMD VF	1.316	.266
BMC K	.000	.993
BMD K	1.367	.258

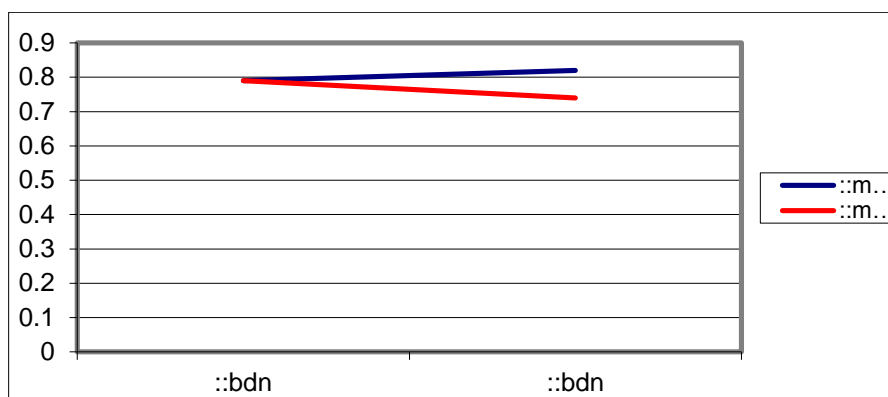
Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena statistički značajna razlika između grupe u premenopauzi i postmenopauzi kod: mineralnog koštanog sadržaja, koštane gustine lumbalne kičme, mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine vrata butne kosti, mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine kuka.

Tabela 50. Značaj razlike između grupa na osnovu intervala poverenja korigovanih sredina osteodenzitometrijskih parametara

grupa		parametar	korigovane sredine		interval poverenja	
Prem	Postm	BMC LK	62.77	61.66	-2.27	4.51
Prem	Postm	BMD LK	1.03	1.00	-.00	.06
Prem	Postm	BMC VF	3.96	3.88	-.06	.22
Prem	Postm	BMD VF	.80	.76	.01	.09
Prem	Postm	BMC K	31.75	31.72	-1.22	1.28
Prem	Postm	BMD K	.93	.92	-.01	.04

S obzirom na to da interval poverenja (.006 - .085) za mineralnu koštanu gustinu ne sadrži nulu, zaključuje se da je uticaj programa vežbanja različit na grupe u premenopauzi i grupe u postmenopauzi.

Grafikon 13. Razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi kod koštane gustine vrata butne kosti



Legenda: mnpz-1 – premenopausalna grupa; mnpz-2 – postmenopausalna grupa; bdn – koštana gustina vrata butne kosti

Tabela 51. Razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi kod koštane gustine vrata butne kosti

grupa	BMD VF	BMD VF
PREM (mnpz-1)	0.79	0.82
POSTM (mnpz-2)	0.79	0.74

Na osnovu prikaza u grafikonu i tabeli uočava se da je program vežbanja imao veći uticaj na ispitanice u premenopauzi, odnosno da je koštana gustina vrata femura imala veće vrednosti kod ispitanica u premenopauzi, a niže kod ispitanica u postmenopauzi.

7.3.2 Analiza razlike uticaja programa vežbanja na grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

U ovom delu će se dokazati ili odbaciti tvrdnja da ne postoji značajna razlika između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja (osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), fosfor (P), alkalnu fosfatazu (ALP), jonski kalcijum (Ca⁺⁺)).

Tabela 52. Značaj razlike uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Analiza	n	F	p
MANOCOVA	5	1.887	.153

Kako je (F=1.887) p = .153, to znači da nije uočena statistički značajna razlika između uticaja programa vežbanja kod grupe u premenopauzi i postmenopauzi na ukupne biohemijske markere koštanog remodelovanja.

Tabela 53. Značaj razlike uticaja programa vežbanja između grupa u odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja

ANOCOVA	F	p
OC	1.859	.188
CTX	6.214	.022
P	.237	.632
ALP	1.490	.236
Ca⁺⁺	1.290	.269

Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena statistički značajna razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i grupe u postmenopauzi kod: osteokalcina (OC 0.188), fosfora (P 0.632), alkalne fosfataze (ALP 0.236), jonskog kalcijuma (Ca⁺⁺ 0.269).

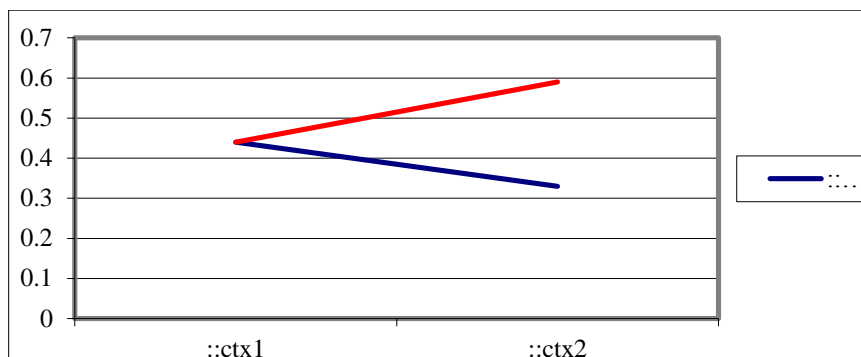
Kako je $p < .1$, znači da postoji značajna razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi kod beta-crosslapsa (CTX 0.022).

Tabela 54. Značaj razlike uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja na osnovu intervala poverenja korigovanih sredina

grupe		parametar	korigovane sredine		interval poverenja	
Prem	Postm	OC	24.53	27.25	-7.13	1.70
Prem	Postm	CTX	.38	.54	-0.25	-0.08
Prem	Postm	P	1.25	1.27	-.12	.09
Prem	Postm	ALP	55.99	59.24	-6.82	.32
Prem	Postm	Ca ⁺⁺	1.17	1.14	-.03	.09

Kako interval poverenja (-0.251 - -0.079) ne sadrži nulu za beta-crosslaps (CTX), može se reći da postoji razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi (PREM i POSTM).

Grafikon 14. Razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na beta-crosslaps (CTX)



Legenda: *mnpz-1* – premenopausalna grupa; *mnpz-2* – postmenopausalna grupa; *ctx* – beta-crosslaps;

Tabela 55. Razlika uticaja programa vežbanja između grupe u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na beta-crosslaps (CTX)

grupa	CTX	CTX
PREM (mnpz-1)	0.44	0.33
POSTM (mnpz-2)	0.44	0.59

Na osnovu prikaza u grafikonu i tabeli, uočava se da je program vežbanja imao veći uticaj na ispitanice u premenopauzi, te da je nivo beta-crosslapsa težio ka nižim vrednostima kod ispitanica u premenopauzi, a kod ispitanica u postmenopauzi ka višim vrednostima.

7.4 Karakteristike grupe u premenopauzi

7.4.1 Životna dob i menarha grupe u premenopauzi

Tabela 56. Životna dob i menarha grupe u premenopauzi

	PREM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Starost (godine)	47.92	2.46	45.00	53.00	5.14	46.43	49.41	
Menarha (godine)	12.58	1.29	10.00	14.00	10.25	11.80	13.36	

Prosečna starost ispitanica u premenopauzi iznosila je $47,92 \pm 2,46$ godina. Prosečna dob menarhe je $12,58 \pm 1,29$ godina. Koeficijent varijacije ukazuje da je uzorak homogen prema godinama starosti (5,14) i menarhe (10,25).

7.4.2 Telesna visina, telesna masa i indeks telesne mase grupe u premenopauzi

Tabela 57. Telesna visina (TV), telesna masa (TM) i indeks telesne mase (BMI) grupe u premenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Telesna visina (cm)	164.96	6.43	153.00	175.00	3.9	161.08	168.85	
Telesna masa (kg)	69.69	8.13	56.00	91.00	11.66	64.78	74.6	
BMI (kg/m²)	25.63	2.96	22.32	34.46	11.54	23.85	27.42	

Na inicijalnom merenju prosečna telesna visina ispitanica bila je $164,96 \pm 6,43$ cm, telesna masa $69,69 \pm 8,13$ kg, a vrednost indeksa telesne mase $25,63$ kg/m². Koeficijent varijacije ukazuje na homogenost grupe u premenopauzi kod svih parametara. Distribucija

vrednosti svih varijabli uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele. U okviru klasifikacije stanja uhranjenosti na osnovu indeksa telesne mase, celokupan uzorak pripada kategoriji sa prekomernom telesnom masom. Ipak, vrednost skjunisa je pozitivna (2.44), odnosno kriva raspodele naginje ka nižim vrednostima kod ispitanica ove grupe (podaci skjunisa nisu prikazani).

Tabela 58. Telesna visina (TV), telesna masa (TM) i indeks telesne mase (BMI) grupe u premenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - PREM					Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV		
Telesna visina (cm)	164.96	6.43	153.00	175.00	3.9	161.08	168.85
Telesna masa (kg)	69.38	8.06	56.00	91.00	11.62	64.51	74.26
BMI (kg/m²)	25.52	2.42	22.32	34.46	9.48	23.71	27.34

Na finalnom merenju telesna masa ispitanica u premenopauzi je iznosila 69.38 ± 8.06 kg, a vrednost indeksa telesne mase 25.52 kg/m^2 .

Na osnovu intervala poverenja nije utvrđena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja u vrednostima telesne mase i indeksa telesne mase kod ispitanica u premenopauzi.

7.4.3 Osteodenzitometrija: mineralni koštani sadržaj, koštana gustina i Z-score grupe u premenopauzi

Tabela 59. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK), koštana gustina (BMD LK) i Z-score (Z-sc LK) lumbalne kičme grupe u premenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC LK (gr)	65.02	13.09	51.73	100.44	20.14	57.11	72.94	1.55	2.13	.462
BMD LK (gr/cm²)	1.086	.118	.934	1.270	10.96	1.014	1.157	.21	-1.49	.685
Z-sc LK (SD)	.88	.97	-.5	2.3	109.29	.30	1.47	-.00	-1.53	.482

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme (BMC LK) kod ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju iznosila je 65.02 ± 13.10 gr, koštane gustine (BMD LK) 1.086 ± 0.118 gr/cm², Z-scora (Z-sc LK) 0.88 ± 0.97 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) (20.14) i Z-scora (109.29), a na homogenost prema vrednosti mineralne koštane gustina lumbalne kičme (BMD LK) (10.96). Vrednosti Skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod BMC (1.55) i BMD lumbalne kičme (0.21). Vrednost skjunisa ukazuje da nema asimetrije kod vrednosti Z-scora (-0.00). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 60. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK), koštana gustina (BMD LK) i Z-score (Z-sc LK) lumbalne kičme grupe u premenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC LK (gr)	65.72	13.04	53.3	100.4	19.83	57.85	73.61	1.53	1.86	.756
BMD LK (gr/cm²)	1.085	.112	.935	1.270	10.38	1.016	1.152	.20	-1.46	.692
Z-sc LK (SD)	.87	.91	-.5	2.0	104.22	.32	1.42	-.12	-1.62	.755

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme (BMC LK) kod ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju iznosila je 65.72 ± 13.04 gr, mineralne koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) iznose 1.085 ± 0.112 gr/cm² i Z-scora (Z-sc LK) 0.87 ± 0.91 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju prema vrednostima Z-scora (104.22), a na homogenost u grupi prema vrednosti mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) (19.83) i mineralne koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) (10.96). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, tj. da rezultati naginju ka većim vrednostima kod mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) (1.53) i mineralne koštane gustine (BMD LK) (0.20), dok je raspodela pozitivno asimetrična kod Z-scora lumbalne kičme (-0.12). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 61. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score lumbalne kičme

Analiza	n	F	p
MANOVA	3	.015	.997
diskriminativna	2	.022	.978

Na osnovu vrednosti $p = .997$ (analize MANOVA) i $p = .978$ (diskriminativne analize), uočava se da ne postoji statistički značajna razlika i jasno definisana granica između

inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score lumbalne kičme. Kada se sagledaju rezultati osteodenzitometrijskih parametara lumbalne kičme žena u premenopauzalnom periodu, primećuje se da nije bilo statistički značajne promene nakon sprovedenog programa vežbanja.

Tabela 62. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score lumbalne kičme

	F	p
BMC LK	.018	.893
BMD LK	.000	.987
Z-sc LK	.002	.967

Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja ispitanica u premenopauzi kod: mineralnog koštanog sadržaja (.893), mineralne gustine kosti (.987) i Z-skora (.967) lumbalne kičme. Nije došlo do statistički značajne promene nakon programa vežbanja ni kod jednog od parametara osteodenzitometrije lumbalne kičme kod žena u premenopauzalnom periodu.

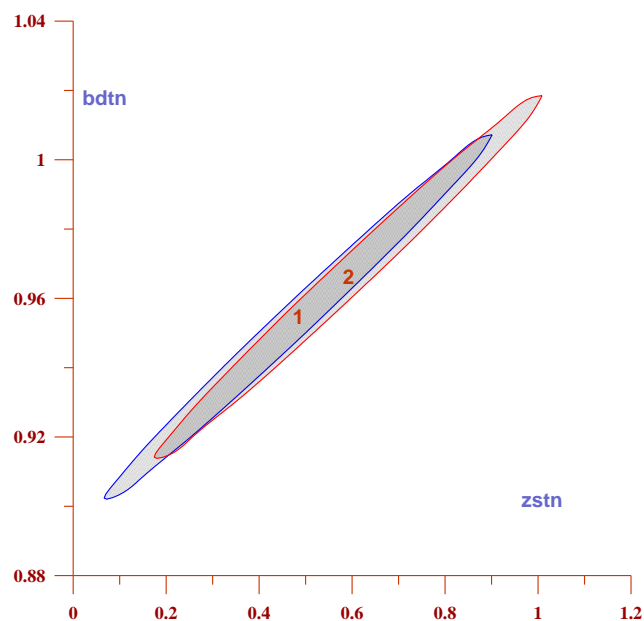
Tabela 66. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score lumbalne kičme

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.09
finalno	.09	.00

Računanjem Mahalanobisove distance iz tabele ukazuje se na to da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja mineralnog koštanog sadržaja, koštane gustine i Z-scora lumbalne kičme kod ispitanica u premenopauzi.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: mineralni koštani sadržaj (BMC LK) i Z-skor (Z-cs LK) lumbalne kičme.

Grafikon 15. Elipse (intervala poverenja), mineralni koštani sadržaj i Z-skor lumbalne kičme



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); mineralni koštani sadržaj (bctn); Z-skor (zstn);

Na osnovu elipsi prikazanih u grafikonu uočava se da je vrednost mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme veća, a Z-scora niža na finalnom merenju u odnosu na inicijalno kod grupe u premenopauzi.

Tabela 67. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF), koštana gustina (BMD VF) i Z-score (Z-sc VF) vrata butne kosti grupe u premenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC VF (gr)	4.01	.83	2.91	5.91	20.77	3.51	4.51	.84	.09	.914
BMD VF (gr/cm²)	.832	.140	.652	1.087	17.13	.747	.917	.68	-.80	.795
Z-sc VF (SD)	.44	1.20	-1.2	2.7	269.06	-.28	1.17	.67	-.67	.499

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti (BMC VF) kod ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju iznosila je 4.01 ± 0.83 gr, koštane gustine (BMD VF) 0.832 ± 0.140 gr/cm², Z-scora vrata butne kosti (Z-sc VF) 0.44 ± 1.20 SD. Koeficijent varijacije (CV) ukazuje na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti (BMC VF) (20.77), Z-scora (269.06), a na homogenost u grupi prema vrednostima BMD vrata butne kosti (BMD VF) (17.13). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima u prikazanim parametrima kod BMC (0.84), BMD vrata butne kosti (0.68) i Z-scora vrata butne kosti (0.67). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 68. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF), koštana gustina (BMD VF) i Z-score (Z-sc VF) vrata butne kosti grupe u premenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC VF (gr)	4.06	.84	2.69	5.91	20.66	3.55	4.57	.52	.10	.999
BMD VF (gr/cm²)	.832	.126	.689	1.087	15.32	.755	.908	.70	-.60	.684
Z-sc VF (SD)	.46	1.06	-.9	2.7	230.07	-.18	1.10	.71	-.34	.838

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti kod ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju iznosila je 4.06 ± 0.84 gr, mineralne koštane gustine vrata

butne kosti $0.832 \pm 0.126 \text{ gr/cm}^2$, a Z-skora $0.46 \pm 1.06 \text{ SD}$. Koeficijent varijacije (CV) ukazuje na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (20.66) i Z-scora (230.07), a na homogenost prema vrednostima BMD vrata butne kosti (15.32). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju na to da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod BMC (0.52), BMD vrata butne kosti (0.70) i Z-scora vrata butne kosti (0.71), a distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 69. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score vrata butne kosti

	n	F	p
MANOVA	3	.092	.964
diskriminativna	2	.115	.892

Na osnovu vrednosti $p = .964$ (analize MANOVA) i $p = .892$ (diskriminativne analize) znači da nije uočena statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja mineralnog koštanog sadržaja, koštane gustine i Z-scora vrata butne kosti kod premenopauzalnih žena. Program vežbanja nije doprineo statistički značajnoj promeni vrednosti osteodenzitometrijskih parametara vrata butne kosti žena u premenopauzalnom periodu.

Tabela 70. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score vrata butne kosti

	F	p
BMC VF	.020	.887
BMD VF	.001	.977
Z-sc VF	.001	.973

Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi kod: mineralnog koštanog sadržaja (.887), mineralne gustine kosti (.977) i Z-skora (.973) vrata butne kosti. Posmatrajući svaki parametar posebno, nije bilo značajne promene vrednosti nakon realizacije programa vežbanja ni u jednom merenom parametru vrata butne kosti kod žena u premenopauzalnom periodu.

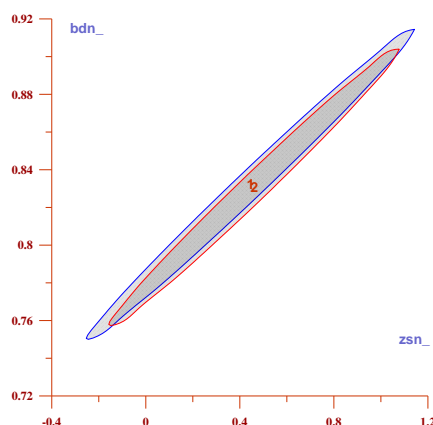
Tabela 71. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score vrata butne kosti

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.20
finalno	.20	.00

Računanjem Mahalanobisove distance prikazane u tabeli, ukazuje se na to da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja mineralnog koštanog sadržaja, koštane gustine i Z-score vrata butne kosti kod ispitanica u premenopauzi.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: Z-skor vrata butne kosti (Z-sc VF) i mineralna koštana gustina vrata butne kosti (BMD VF)

Grafikon 16. Elipse (intervala poverenja), Z-skor vrata butne kosti i mineralna koštanogustina vrata butne kosti



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); Z-skor vrata butne kosti (zsn); mineralna gustina kosti vrata butne kosti (bdn)

Elipse prikazane na grafikonu nam ukazuju da je mala razlika između najdiskriminativnijih parametara osteodenzitometrije vrata butne kosti, ali da, ipak, Z-skor vrata butne kosti ima veću vrednost na finalnom merenju. Mineralna koštanogustina vrata butne kosti manju vrednost na finalnom u odnosu na inicijalno merenje kod premenopauzalnih žena.

Tabela 72. Mineralni koštani sadržaj (BMC K), koštanogustina (BMD K) i Z-score (Z-sc K) kuka grupe u premenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC K (gr)	31.42	4.80	27.13	44.07	15.27	28.52	34.33	1.42	1.66	.799
BMD K (gr/cm²)	.954	.091	.834	1.108	9.55	.899	1.009	.41	-1.12	.716
Z-sc K (SD)	.485	.72	-.5	1.7	148.05	.05	.92	.39	-1.04	.958

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja kuka (BMC K) kod ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju iznosila je 31.42±4.8 gr, mineralne koštane gustine kuka (BMD K) 0.95±0.09, Z-scora kuka (Z-sc K) 0.485±0.72 SD. Koeficijent varijacije (CV)

ukazuje na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju prema vrednostima Z-scora kuka (148.05), a na homogenost u grupi prema vrednostima BMC (15.27) i BMD kuka (BMD K) (9.55). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima u prikazanim parametrima kod: BMC (1.42) i BMD kuka (0.41), Z-scora kuka (0.39). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 73. Mineralni koštani sadržaj (BMC K), koštana gustina (BMD K) i Z-score (Z-sc K) kuka grupe u premenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC K (gr)	32.04	4.88	26.05	44.7	15.24	29.09	34.99	1.08	.86	.835
BMD K (gr/cm²)	.965	.09	.846	1.108	9.40	.910	1.020	.24	-1.33	.856
Z-sc K (SD)	.59	.72	-.4	1.7	121.05	.16	1.03	.17	-1.25	.950

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja kuka (BMC K) kod ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju iznosila je 32.04 ± 4.88 gr, mineralne koštane gustine kuka (BMD K) 0.965 ± 0.09 , Z-scora kuka (Z-sc K) 0.59 ± 0.72 SD. Koeficijent varijacije (CV) ukazuje na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju prema vrednostima Z-skora kuka (121.05), a na homogenost u grupi prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC K) (15.24) i koštane gustine kuka (BMD K) (9.40). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod BMC (1.08) i BMD kuka (0.24), Z-scora kuka (0.17), a distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 74. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score kuka

Analiza	n	F	p
MANOVA	3	.109	.954
diskriminativna	2	.159	.854

Na osnovu vrednosti $p = .954$ (analize MANOVA) i $p = .854$ (diskriminativne analize) nije uočena statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja osteodenzitometrijskih parametara kuka kod ispitanica u premenopauzi. Sagledavajući rezultate ispitanica u premenopauzalnom periodu, program vežbanja nije statistički značajno uticao na promenu vrednosti osteodenzitometrijskih parametara merenih na kuku.

Tabela 75. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score kuka

	F	p
BMC K	.105	.749
BMD K	.105	.749
Z-sc K	.147	.705

Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi kod: mineralnog koštanog sadržaja (.749), mineralne gustine kosti (.749) i Z-skora (.705) kuka. Sagledavajući odvojeno rezultate vrednosti parametara merenih na kuku kod ispitanica u premenopauzalnom periodu, program vežbanja nije uticao statistički značajno na promene.

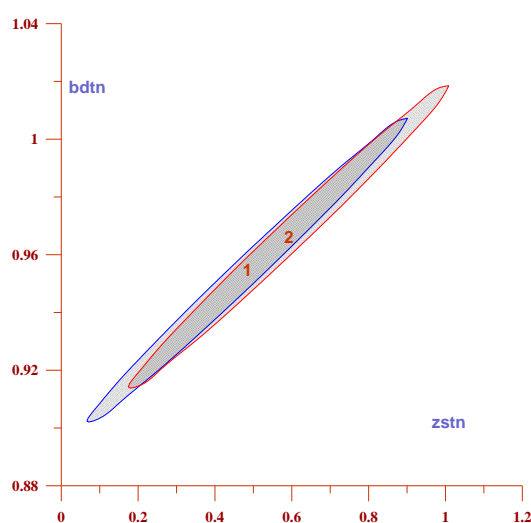
Tabela 76. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i Z-score kuka

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.23
finalno	.23	.00

Računanjem Mahalanobisove distance iz tabele ukazuje se da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja osteodenzitometrijskih parametara kuka kod ispitanica u premenopauzi.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: Z-skor kuka (Z-sc K) i mineralna koštana gustina kuka (BMD K).

Grafikon 17. Elipse (intervala poverenja), Z-skor ukupnog kuka, mineralna koštana gustina kuka



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); Z-skor ukupnog kuka (zstn); mineralna gustina kosti ukupnog kuka (bdtm)

Na osnovu elipsi prikazanih u grafikonu, uočava se da je mala razlika između vrednosti parametara na inicijalnom i finalnom merenju, ali ipak uočljivo da je vrednost Z-scora i mineralne koštane gustine kuka veća nakon programa vežbanja (na finalnom merenju u odnosu na inicijalno).

Tabela 77. Veličina promene osteodenzitometrijskih parametara nakon realizacije programa vežbanja kod grupe u premenopauzi

	AS promene ± SE	% promene
BMC LK	0.696 ± 0.689	1.07%
BMD LK	-0.002 ± 0.005	-0.15%
Z-sc LK	-0.015 + 0.052	-1.81%
BMC VF	0.047 ± 0.052	1.17%
BMD VF	-0.001 ± 0.009	-0.11%
Z-sc VF	0.015 + 0.08	3.59%
BMC K	0.615 ± 0.343	1.96%
BMD K	0.011 ± 0.004	1.14%
Z-sc K	0.108 + 0.038*	22.06%

AS – srednja vrednost; SE – standardna greška; *značajno na nivou $p \leq 0.05$

Prema vrednostima prikazanim u tabeli, uočava se da je nakon programa vežbanja najveća promena kod žena u premenopauzi bila u Z-scoru kuka (22,06%), a zatim u Z-scoru vrata butne kosti (3,59%) gde je došlo do povećanja vrednosti, dok je najveći gubitak uočen kod lumbalne kičme: Z-score (-1,20%) i mineralna koštana gustina (-0,15%), iako se vrednost mineralnog koštanog sadržaja ovog dela povećala (1,07%).

7.4.4 Biohemijski markeri koštanog remodelovanja grupe u premenopauzi

Tabela 78. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTx), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) grupe u premenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
OC (ng/ml)	22.32	6.72	12.68	35.55	30.11	18.26	26.38	.36	-.58	.983
CTX (ng/ml)	.356	.114	.170	.538	32.04	.287	.424	-.10	-.93	.999
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.12	.06	1.04	1.22	5.00	1.09	1.16	.07	-1.07	.971
P (mmol/l)	1.15	.17	.90	1.48	14.61	1.05	1.25	.49	-.65	.919
ALP (U/L)	59.69	13.07	43.0	88.0	21.89	51.79	67.59	.88	-.05	.687

Prosečan nivo osteokalcina (OC) u grupi ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju iznosio je 22.32 ± 6.72 ng/ml, beta-crosslapsa 0.36 ± 0.11 ng/ml, kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) 1.12 ± 0.06 mmol/l, fosfora (P) 1.15 ± 0.17 i ukupne alkalne fosfataze 59.69 ± 13.07 U/L. Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju prema nivou osteokalcina (OC) (30.11), beta-crosslapsa (CTX) (32.04) i alkalne fosfataze (ALP) (21.89). Vrednosti koeficijenta varijacije (k.var) ukazuju na homogenost grupe kod fosfora (P) (14.14) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (5.04). Povećane vrednosti Skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima i to kod osteokalcina (OC) (0.36), fosfora (P) (0.49), alkalne fosfataze (ALP) (0.88) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (0.07), dok je kod beta-crosslapsa (CTX) (-0.10) pozitivno asimetrična. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 77. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTx), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) grupe u premenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - PREM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
OC (ng/ml)	21.42	6.59	10.04	34.89	30.78	17.44	25.41	.21	-.20	.988
CTX (ng/ml)	.330	.125	.152	.541	38.29	.254	.406	-.11	-1.13	.907
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.17	.08	1.0	1.3	6.93	1.12	1.22	-.45	-1.16	.855
P (mmol/l)	1.22	.12	1.06	1.53	9.77	1.16	1.30	1.17	1.30	.492
ALP (U/L)	53.92	8.84	41.0	71.0	16.39	48.58	59.26	.38	-.52	.801

Prosečan nivo osteokalcina (OC) u grupi ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju iznosio je 21.42 ± 6.59 ng/ml, beta-crosslapsa (CTX) 0.33 ± 0.13 ng/ml, kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) 1.17 ± 0.08 mmol/l, fosfora (P) 1.22 ± 0.12 i ukupne alkalne fosfataze 53.92 ± 8.84 U/L. Vrednosti koeficijenta varijacije (CV) ukazuju na heterogenost u grupi ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju po nivou osteokalcina (OC) (30.78) i beta-crosslapsa (CTX) (38.29). Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na homogenost u grupi ispitanica u premenopauzi na finalnom merenju kod fosfora (P) (10.21), alkalne fosfataze (ALP) (17.06) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (7.23). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima osteokalcina (OC) (0.21), fosfora (P) (1.17) i alkalne fosfataze (ALP) (0.38). Vrednosti Skjunisa (sk) ukazuju na to da je raspodela pozitivno asimetrična, što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka manjiim vrednostima kod beta-crosslapsa (CTX) (-0.11) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (-0.45). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 78. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Analiza	n	F	p
MANOVA	5	1.083	.398
diskriminativna	2	2.121	.144

Na osnovu vrednosti $p = .398$ (analize MANOVA) i $p = .144$ (diskriminativne analize), zaključuje se da ne postoji razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja i metabolizma. Uzimajući u obzir sve merene parametre, program vežbanja nije statistički značajno uticao na nivo biohemijskih markera koštanog remodelovanja žena u periodu premenopauze.

Tabela 79. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja

	F	p	Koef. disk.
OC	.119	.733	.119
CTX	.288	.596	.288
P	1.916	.179	1.916
ALP	1.739	.200	1.739
Ca⁺⁺	3.329	.081	3.329

Kako je $p < .1$, to znači da postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja premenopauzalne grupe kod kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (.081).

Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja premenopauzalne grupe kod: osteokalcina (OC) (.733), beta crosslapsa (CTX) (.596), fosfora (P) (.179) i alkalne fosfataze (ALP) (.200).

Rezultati u Tabeli 87 ukazuju da je kod ispitanica u premenopauzalnom periodu program vežbanja statistički značajno uticao samo na nivo kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺), dok kod ostalih parametara nije utvrđena statistički značajna promena.

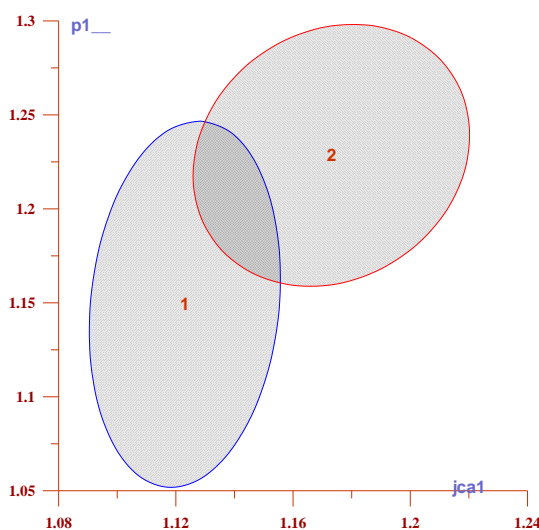
Tabela 80. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u premenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.84
finalno	.84	.00

Mahalanobisove distance ukazuju da je umereno rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja kod grupe u premenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristike grupe u premenopauzi na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: kalcijum jonski (Ca^{++}) i fosfor (P).

Grafikon 1. Elipse (intervala poverenja), kalcijum jonski (Ca^{++}) i fosfor (P).



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); kalcijum jonski (Ca^{++}) (jca1); fosfor (P) (p1)

Na osnovu elipsi prikazanih na grafikonu, uočavamo da je nivo kalcijuma jonskog (Ca^{++}) i fosfora (P) kod grupe u premenopauzi viši na finalnom merenju u odnosu na inicijalno.

Tabela 81. Veličina promene biohemijskih markera koštanog remodelovanja nakon realizacije programa vežbanja grupe u premenopauzi

	AS promene ± SE	% promene
OC (ng/ml)	-0.9 ± 1.102	-4.03%
CTX (ng/ml)	-0.025 ± 0.023	-7.12%
Ca++ (mmol/l)	0.050 ± 0.013	6.89%
P (mmol/l)	0.079 ± 0.042	9.66%
ALP (U/L)	-5.769 ± 1.939	-4.45%

AS – srednja vrednost; SE – standardna greška;

Prema prikazanoj Tabeli 89, uočava se da je nakon programa vežbanja niži nivo osteokalcina (-4,03), beta-crosslapsa (7,12%) i ukupne alkalne fosfataze (-4,45%), a povećan nivo kalcijuma jonskog (6,89%) i fosfora (9,66%).

7.5 Karakteristike grupe u postmenopauzi

7.5.1 Životna dob, menarha, poslednja menstruacija i dužina postmenopauze grupe u postmenopauzi

Tabela 82. Životna dob, menarha, poslednja menstruacija i dužina postmenopauze grupe u postmenopauzi

	POSTM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Starost (godine)	52.77	3.16	48.00	59.00	6.0	50.86	54.68	
Menarha (godine)	12.69	1.44	10.00	15.00	11.32	11.82	13.56	
Poslednja menstruacija (god.)	48.69	3.99	41.00	54.00	1.19	46.28	51.1	
Dužina postmenopauze (god.)	4.61	3.99	1.0	14.0	86.46	2.2	7.02	

Prosečna starost ispitanica u postmenopauzi iznosila je $52,77 \pm 3,16$ godina. Prosečna dob menarhe je $12,69 \pm 1,44$ godina, a početka menopauze $48,69 \pm 3,99$ godina. Dužina postmenopauzalnog perioda u proseku je bila $4,61 \pm 6,99$ godina. Koeficijent varijacije ukazuje na homogenost grupe u postmenopauzi kod svih parametara, osim kod dužine postmenopauzalnog perioda, koji prikazuje izraženu heterogenost uzorka. Skjunis je pozitivan (1.08), odnosno kriva raspodele naginje ka nižim vrednostima (podaci skjunis nisu prikazani). Distribucija vrednosti svih parametara uglavnom se kreće u okviru normalne.

7.5.2 Telesna visina, telesna masa i indeks telesne mase grupe u postmenopauzi

Tabela 83. Telesna visina (TV), telesna masa (TM) i indeks telesne mase (BMI) grupe u postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - POSTM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Telesna visina (cm)	166.23	6.46	154.00	176.00	3.88	162.33	170.13	
Telesna masa (kg)	67.08	9.66	52.00	90.00	14.4	61.24	72.91	
BMI (kg/m²)	24.15	1.96	21.93	29.05	8.11	22.97	25.34	

Na inicijalnom merenju prosečna telesna visina ispitanica bila je 166.23 ± 6.46 cm, telesna masa 67.08 ± 9.66 kg, a vrednost indeksa telesne mase 24.15 kg/m^2 . Koeficijent varijacije ukazuje na homogenost grupe u postmenopauzi kod svih parametara. Distribucija vrednosti svih parametara uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele. U okviru klasifikacije stanja uhranjenosti na osnovu indeksa telesne mase, celokupan uzorak pripada kategoriji sa normalnom telesnom masom.

Tabela 84. Telesna visina (TV), telesna masa (TM) i indeks telesne mase (BMI) grupe u postmenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - POSTM						Int. poverenja	
	AS	SD	MIN	MAX	CV			
Telesna visina (cm)	166.23	6.46	154.00	176.00	3.88	162.33	170.13	
Telesna masa (kg)	65.69	9.14	51.00	86.00	13.91	60.17	71.22	
BMI (kg/m²)	23.66	1.80	21.50	27.76	7.6	22.56	24.75	

Na finalnom merenju telesna masa ispitanica u postmenopauzi iznosila je 65.69 ± 9.14 kg, a vrednost indeksa telesne mase 23.66 kg/m^2 . Iako deskriptivne statistike pokazuju da je došlo do smanjenja telesne mase i indeksa telesne mase na finalnom merenju, razlika između inicijalnog i finalnog merenja nije statistički značajna, na šta ukazuju intervali poverenja ovih parametara.

7.5.3 Osteodenzitometrija: mineralni koštani sadržaj, koštana gustina i T-score grupe u postmenopauzi

Tabela 85. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK), koštana gustina (BMD LK) i T-score (T-sc LK) lumbalne kičme grupe u postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC LK (gr)	59.45	9.34	47.98	73.84	15.71	53.81	65.10	.19	-1.47	.343
BMD LK (gr/cm²)	.950	.140	.693	1.158	14.86	.865	1.034	-0.09	-.92	.925
T-sc LK (SD)	-.88	1.27	-3.2	1.0	144.41	-1.64	-.11	-0.09	-.94	.916

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme (BMC LK) kod ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju iznosila je 59.45 ± 9.34 gr, mineralne koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) 0.950 ± 0.140 gr/cm², a T-scora (T-sc LK) -0.88 ± 1.27 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica prema vrednostima T-scora (144.41), a homogenost prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) (15.71) i koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) (14.86). Skjunis (sk) ukazuje da je raspodela pozitivno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka manjiim vrednostima kod mineralne koštane gustine (BMD LK) (-0.09) i T-scora lumbalne kičme (-0.09), a kod mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) naginje ka većim rezultatima (0.19). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 86. Mineralni koštani sadržaj (BMC LK), koštana gustina (BMD LK) i T-score (t-sc LK) lumbalne kičme grupe u postmenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC LK (gr)	58.71	9.26	46.4	76.1	15.77	53.11	64.30	.40	-.98	.773
BMD LK (gr/cm²)	.943	.143	.711	1.176	15.23	.856	1.029	.24	-1.02	.677
T-sc LK (SD)	-.95	1.31	-3.1	1.2	137.00	-1.74	-.16	.22	-1.02	.673

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme (BMC LK) kod ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju iznosila je 58.71 ± 9.26 gr, mineralne koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) 0.944 ± 0.143 gr/cm², a T-scora (T-sc LK) -0.95 ± 1.31 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica prema vrednostima T-scora LK (137.00), a homogenost prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) (15.77) i mineralne koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) (15.23). Skjunis (sk) ukazuje da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralnog koštanog sadržaja (BMC LK) (0.40), koštane gustine lumbalne kičme (BMD LK) (0.24) i T-scora (-0.16). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 87. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score lumbalne kičme

Analiza	n	F	p
MANOVA	3	.091	.964
diskriminativna	2	.123	.885

Na osnovu vrednosti $p = .964$ (analize MANOVA) i $p = .885$ (diskriminativne analize), ne uočava se statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog

i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score lumbalne kičme. Kada se sagledavaju rezultati osteodenzitometrijskih parametara lumbalne kičme žena u postmenopauzalnom periodu, primećuje se da nije bilo statistički značajne promene nakon sprovedenog programa vežbanja.

Tabela 88. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score lumbalne kičme

	F	p
BMC LK	.042	.839
BMD LK	.019	.892
T-sc LK	.023	.880

Kako je $p > .1$ znači da nije uočena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi kod: mineralnog koštanog sadržaja (.839), mineralne gustine kosti (.892) i T-scora (.880) lumbalne kičme. Nijedan parametar osteodenzitometrije lumbalne kičme kod žena u postmenopauzalnom periodu nije se statistički značajno promenio nakon programa vežbanja.

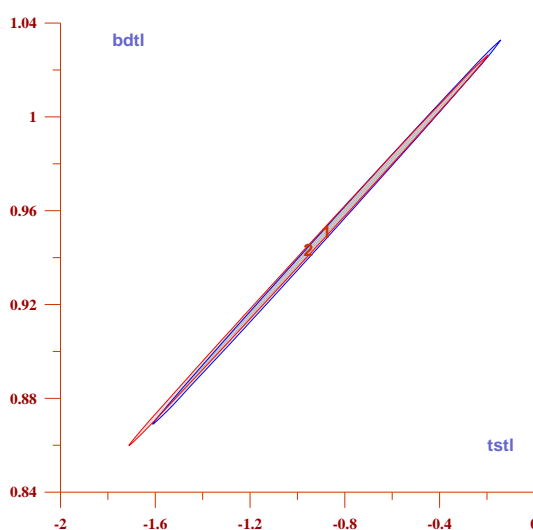
Tabela 89. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score lumbalne kičme

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.20
finalno	.20	.00

Računanjem Mahalanobisove distance prikazane u tabeli ukazuje se da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja kod grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score lumbalne kičme.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: T-skor (T-sc LK) i mineralna koštana gustina (BMD LK) lumbalne kičme.

Grafikon 19. Elipse (intervala poverenja), T-score i mineralna koštana gustina lumbalne kičme



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; T-skor LS (tstl); mineralna gustina kosti LS (bdtl)

Elipse na grafikonu grafički prikazuju da je između inicijalnog i finalnog merenja vrlo mala razlika vrednosti lumbalne kičme, ali takođe, iako teško uočljivo, ukazuju da na to da je vrednost T-scora i mineralne koštane gustine manja na finalnom, u odnosu na inicijalno merenje kod ispitanica u postmenopauzi.

Tabela 90. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF), koštana gustina (BMD VF) i T-score (VF) vrata butne kosti grupe u postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC VF (gr)	3.80	.64	3.02	4.83	16.84	3.42	4.19	.27	-1.36	.931
BMD VF (gr/cm²)	.750	.126	.568	1.034	16.68	.673	.826	.76	.15	.788
T-sc VF (SD)	-.88	1.14	-2.5	1.7	129.29	-1.58	-.19	.81	.23	.654

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti (BMC VF) kod ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju iznosila je 3.80 ± 0.64 , mineralne koštane gustine (BMD VF) 0.750 ± 0.126 gr/cm², T-scora vrata butne kosti (T-sc VF) -0.88 ± 1.14 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju prema vrednostima T-scora vrata butne kosti (129.29), a homogenost prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC VF) (16.84), mineralne koštane gustine vrata butne kosti (BMD VF) (16.68). Skjunis (sk) ukazuje da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralnog koštanog sadržaja (BMC VF) (0.27), koštane gustine vrata butne kosti (BMD VF) (0.76) i T-scora vrata butne kosti. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 91. Mineralni koštani sadržaj (BMC VF), koštana gustina (BMD VF) i T-score (T-sc VF) vrata butne kosti grupe u postmenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC VF (gr)	3.79	.67	2.87	4.93	17.71	3.38	4.19	.16	-1.25	.950
BMD VF (gr/cm²)	.732	.139	.557	1.084	18.86	.648	.816	1.05	1.11	.876
T-sc VF (SD)	-1.04	1.25	-2.6	2.1	119.24	-1.80	-.29	1.07	1.18	.811

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti (BMC VF) kod ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju iznosila je 3.79 ± 0.67 gr, mineralne koštane

gustine (BMD VF) 0.732 ± 0.139 gr/cm², T-scora vrata femura (T-sc VF) -1.04 ± 1.25 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju prema vrednostima T-scora vrata butne kosti (T-sc VF) (119.24), a homogenost prema vrednostima mineralnog sadržaja (BMC VF) (17.71) i koštane gustine vrata femura (BMD VF) (18.86) i mineralne koštane fustine ukupnog kuka (BMD VF) (16.64). Skjunis (sk) ukazuje na to da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralnog koštanog sadržaja (BMC VF) (0.16), koštane gustine vrata butne kosti (BMD VF) (1.05) i T-scora vrata butne kosti (T-sc VF) (1.07), a distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 92. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score vrata butne kosti

Analiza	n	F	p
MANOVA	3	.199	.896
diskriminativna	2	.194	.825

Na osnovu vrednosti $p = .896$ (analize MANOVA) i $p = .825$ (diskriminativne analize), zaključuje se da nije uočena statistički značajna razlika i jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score vrata butne kosti. Program vežbanja nije doprineo statistički značajnoj promeni vrednosti osteodenzitometrijskih parametara vrata butne kosti kod ispitanica u postmenopauzalnom periodu.

Tabela 93. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni kořtani sadržaj, kořtanu gustinu i T-score vrata butne kosti

	F	p
BMC VF	.004	.950
BMD VF	.127	.724
T-sc VF	.118	.734

Kako je $p > .1$, to znači da nije uočena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi kod mineralnog kořtanog sadržaja (.950), mineralne gustine kosti (.724) i T-scora (.734) vrata butne kosti. Gledajući svaki parametar posebno, nije bilo statistički značajne promene vrednosti nakon realizacije programa vežbanja ni u jednom merenom parametru vrata butne kosti kod ispitanica u postmenopauzalnom periodu.

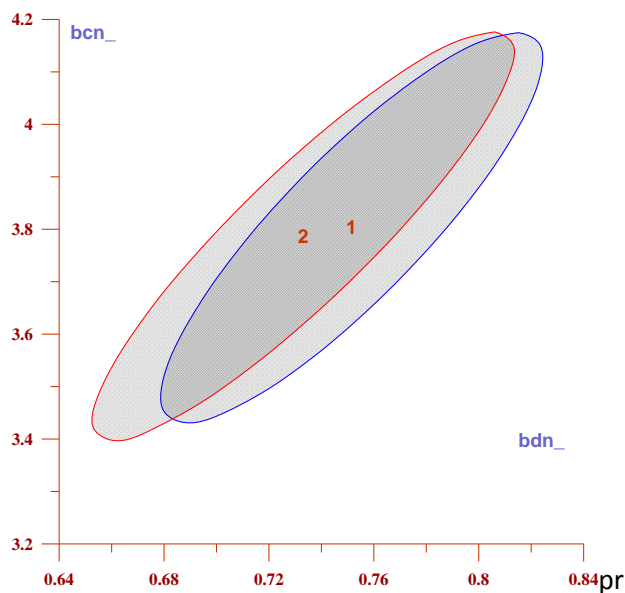
Tabela 94. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni kořtani sadržaj, kořtanu gustinu i T-score vrata butne kosti

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.26
finalno	.26	.00

Računanjem Mahalanobisove distance iz tabele uočava se da je malo rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni kořtani sadržaj, kořtanu gustinu i T-score vrata butne kosti.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: mineralna kořtana gustina (BMD VF) i mineralni kořtani sadržaj (BMC VF) vrata butne kosti.

Grafikon 20. Elipse (intervala poverenja): mineralna koštana gustina i mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti



Legenda: inicijalno (1); finalno (2); mineralna koštana gustina vrata butne kosti (bdn); mineralni koštani sadržaj vrata butne kosti (bcn)

Na osnovu elipsi prikazanih na grafikonu, uočavamo da je vrednost mineralne koštane gustine i vrednost mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti manja na finalnom merenju u odnosu na inicijalno kod ispitanica u postmenopauzi. Prema preklapanju elipsi, uočava se i to da je vrlo mala razlika najdiskriminativnijih parametara osteodenzitometrije vrata butne kosti pre i nakon programa vežbanja.

Tabela 95. Mineralni koštani sadržaj (BMC K), koštana gustina (BMD K) i T-score (T-sc K) kuka grupe u postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno – POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC K (gr)	30.85	5.32	21.7	38.6	17.24	27.64	34.07	.01	-1.23	.544
BMD K (gr/cm²)	.880	.139	.697	1.191	15.73	.796	.965	.65	-.04	.990
T-sc K (SD)	-.508	1.13	-2.0	2.0	223.93	-1.20	.18	.64	-.08	.961

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja kuka (BMC K) kod ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju iznosila je 30.85 ± 5.32 gr, mineralne koštane gustine kuka (BMD K) 0.880 ± 0.139 , T-scora kuka (T-sc K) -0.508 ± 1.13 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju prema vrednostima T-scora kuka (223.93), a homogenost prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC K) (17.24) i mineralne koštane gustine kuka (BMD K) (15.73). Skjunis (sk) ukazuje na to da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralne koštane gustine kuka (BMD K) (0.65) i T-scora kuka (T-sc K) (0.64), pozitivno je asimetrična kod mineralnog koštanog sadržaja kuka (BMC K) (0.01). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 96. Mineralni koštani sadržaj (BMC K), koštana gustina (BMD K) i T-score (T-sc K) kuka grupe u postmenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
BMC K (gr)	31.44	5.97	20.92	40.32	19.00	27.83	35.05	-.11	-1.10	.814
BMD K (gr/cm²)	.881	.146	.699	1.225	16.64	.793	.969	.89	.45	.851
T-sc K (SD)	-.49	1.18	-2.0	2.3	240.69	-1.21	.22	.87	.42	.959

Prosečna vrednost mineralnog koštanog sadržaja kuka (BMC K) kod ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju iznosila je 31.44 ± 5.97 gr, mineralne koštane gustine kuka (BMD K) 0.881 ± 0.146 , T-scora kuka (T-sc K) -0.49 ± 1.18 SD. Koeficijenti varijacije (CV) ukazuju na heterogenost grupe ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju prema vrednostima T-scora kuka (240.69), a homogenost prema vrednostima mineralnog koštanog sadržaja (BMC K) (19.00) i koštane gustine kuka (BMD K) (16.64). Skjunis (sk) ukazuje na to da je raspodela negativno asimetrična, tj. da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod mineralne koštane gustine kuka (BMD K) (0.89) i T-scora kuka (0.87), a raspodela je pozitivno asimetrična kod mineralnog koštanog sadržaja kuka (BMC K) (-0.11). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 97. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score kuka

Analiza	n	F	p
MANOVA	3	.545	.657
diskriminativna	2	.770	.475

Na osnovu vrednosti $p = .657$ (analize MANOVA) i $p = .475$ (diskriminativne analize), zaključuje se da nije uočena statistički značajna razlika i jasno definisana granica

između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score kuka. Sagledavajući rezultate ispitanica u postmenopauzalnom periodu, program vežbanja nije statistički značajno uticao na promenu vrednosti osteodenzitometrijskih parametara merenih na kuku.

Tabela 98. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score kuka

	F	p
BMC UK	.070	.794
BMD UK	.000	1.000
T-sc UK	.001	.973

Kako je $p > .1$, nije uočena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi kod mineralnog koštanog sadržaja (.794), mineralne gustine kosti (1.000) i T-scora (.973) kuka. Sagledavajući odvojeno rezultate vrednosti parametara merenih na kuku kod ispitanica u postmenopauzalnom periodu, program vežbanja nije uticao statistički značajno na pojedine.

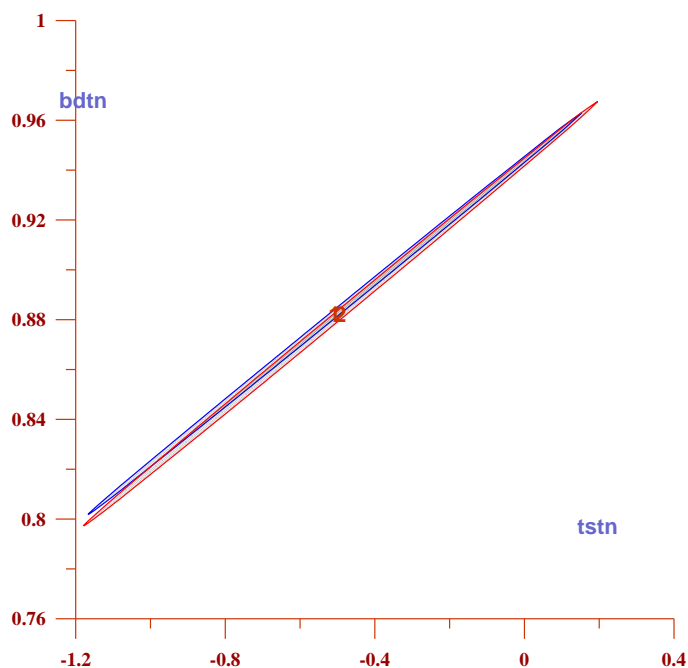
Tabela 99. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score kuka

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	.51
finalno	.51	.00

Računanjem Mahalanobisove distance uočava se da je rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi umereno u odnosu na mineralni koštani sadržaj, koštanu gustinu i T-score kuka.

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristiku grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju, u odnosu na dva najdiskriminativnija parametra: T-skor i mineralnu koštanu gustinu (BMD K) kuka.

Grafikon 21. Elipse (intervala poverenja): T-skor i mineralna koštana gustina kuka



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; T-skor total kuka (tstn); mineralna gustina kosti total kuka (bdtn)

Iako teško uočljivo prema elipsama, rezultati ukazuju da je vrednost T-scora i vrednost mineralne koštane gustine kuka ispitanica u postmenopauzi veća na finalnom merenju u odnosu na inicijalno.

Tabela 100. Veličina promene osteodenzitometrijskih parametara nakon realizacije programa vežbanja kod grupe u postmenopauzi

	AS promene ± SE	% promene
BMC LK	-0.747 ± 0.991	-1.26%
BMD LK	-0.007 ± 0.007	-0.74%
T-sc LK	-0.077 + 0.067	-8,78%
BMC VF	-0.016 ± 0.035	-0.42%
BMD VF	-0.018 ± 0.013	-2.40%
T-sc VF	-0.162 +0.162	-18.19%
BMC K	0.585 ± 0.424	1.90%
BMD K	0.001 ± 0.005	0.15%
T-sc K	0.015 + 0.45	3.15%

AS – srednja vrednost; SE – standardna greška;

Prema vrednostima prikazanim u tabeli, uočava se da je nakon programa vežbanja najveća promena kod ispitanica u postmenopauzi bila u T-scoru kuka (-18,19%), ali u negativnom smeru, a zatim u T-scoru lumbalne kičme (-8,78%). Kod ove grupe ispitanica povećanje vrednosti osteodenzitometrijskih parametara se uočava samo na kuku: T-score (3,15%), mineralni koštani sadržaj (1,90%) i koštana gustina (0,15%).

7.5.4 Biohemijski markeri koštanog remodelovanja grupe u postmenopauzi

Tabela 101. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) grupe u postmenopauzi na inicijalnom merenju

	Inicijalno - POSTM									
	AS	SD	MIN	MAX	CV	Int. poverenja		Sk	Ku	p
OC (ng/ml)	29.58	8.49	19.64	43.33	28.72	24.44	34.71	.55	-1.11	.782
CTX (ng/ml)	.519	.167	.287	.902	32.20	.418	.620	.75	.25	.966
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.13	.06	1.05	1.12	5.91	1.09	1.17	1.19	.35	.096
P (mmol/l)	1.25	.11	1.13	1.47	8.92	1.19	1.32	.72	-.69	.847
ALP (U/L)	67.15	12.77	48.0	89.0	19.02	59.43	74.87	.33	-1.07	.448

Prosečan nivo osteokalcina (OC) u grupi ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju iznosio je 29.58 ± 8.49 ng/ml, beta-crosslapsa 0.519 ± 0.167 ng/ml, kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) 1.13 ± 0.06 mmol/l, fosfora (P) 1.25 ± 0.11 i ukupne alkalne fosfataze 69.15 ± 12.77 U/L. Vrednosti koeficijenta varijacije ukazuju na heterogenost u grupi ispitanica u postmenopauzi na inicijalnom merenju po nivou osteokalcina (OC) (28.72) i beta-crosslapsa (CTX) (32.20). Koeficijenti varijacije ukazuju na homogenost grupe kod fosfora (P) (8.92), alkalne fosfataze (ALP) (19.02), kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (5.91). Vrednosti skjunisa (sk) ukazuju da je raspodela negativno asimetrična, što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima kod osteokalcina (OC) (0.55), beta-crosslapsa (CTX) (0.75), fosfora (P) (0.72), alkalne fosfataze (ALP) (0.33) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (1.19). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p) kod fosfora (P) (0.85) i alkalne fosfataze (ALP) (0.45). Distribucija vrednosti odstupa od normalne raspodele (p) kod kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (0.10).

Tabela 102. Osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺), fosfor (P) i ukupna alkalna fosfataza (ALP) grupe u postmenopauzi na finalnom merenju

	Finalno - POSTM					Int. poverenja	Sk	Ku	p	
	AS	SD	MIN	MAX	CV					
OC (ng/ml)	30.35	8.67	20.14	47.46	28.55	25.11	35.59	.62	-.88	.807
CTX (ng/ml)	.59	.17	.4	.962	29.61	.475	.69	.99	-.35	.240
Ca⁺⁺ (mmol/l)	1.14	.10	1.04	1.36	9.03	1.08	1.21	1.20	-.14	.147
P (mmol/l)	1.30	.13	1.14	1.58	9.94	1.22	1.38	.68	-.28	.633
ALP (U/L)	61.31	10.01	50.0	78.0	16.33	55.26	67.36	.71	-1.10	.204

Prosečan nivo osteokalcina (OC) u grupi ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju iznosio je 30.35 ± 8.67 ng/ml, beta-crosslapsa (CTX) 0.59 ± 0.17 ng/ml, kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) 1.14 ± 0.10 mmol/l, fosfora (P) 1.30 ± 0.13 i ukupne alkalne fosfataze 61.31 ± 10.01 U/L. Koeficijenti varijacije ukazuju na heterogenost u grupi ispitanica u postmenopauzi na finalnom merenju prema nivou osteokalcina (OC) (28.55) i beta-crosslapsa (CTX) (29.61), dok na homogenost ukazuje kod fosfora (P) (9.94), alkalne fosfataze (ALP) (16.33) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (9.03). Skjunis (sk) ukazuje da je raspodela negativno asimetrična, što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima, kod osteokalcina (OC) (0.62), beta-crosslapsa (CTX) (0.99), fosfora (P) (0.68), alkalne fosfataze (ALP) (0.71), kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (1.20). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (p).

Tabela 103. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Analiza	n	F	p
MANOVA	5	1.909	.136
diskriminativna	4	2.328	.091

Na osnovu vrednosti $p = .136$ (analize MANOVA) i $p = .091$ (diskriminativne analize), uočava se da ne postoji razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod grupe u postmenopauzi, no postoji jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja. Ova činjenica ukazuje da verovatno postoje latentni parametri koji u sadejstvu sa ostalim parametrima (sintetizovano) doprinose diskriminaciji merenja. Polazna celina, odnosno sistem od pet parametara redukovana je u sistem od četiri parametra prema kojem postoji razlika i egzistira granica između dva merenja.

Tabela 104. Značaj razlike između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

	F	p	Koef. dskr.
OC	.053	.819	.027
CTX	1.117	.301	.383
P	.885	.356	
ALP	1.687	.206	.413
Ca⁺⁺	.225	.640	.004

Legenda: Koef. dskr. je koeficijent diskriminacije

Kako je $p > .1$, znači da nije uočena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja postmenopauzalne grupe kod: osteokalcina (OC) (.819), beta-crosslapsa (CTX) (.301), fosfora (P) (.356), alkalne fosfataze (ALP) (.206) i kalcijuma jonskog (Ca⁺⁺) (.640).

Koeficijent diskriminacije upućuje na to da najveći doprinos diskriminaciji između inicijalnog i finalnog merenja daje alkalna fosfataza (ALP) (.413), beta-crosslaps (CTX) (.383), osteokalcin (OC) (.027), kalcijum jonski (Ca⁺⁺) (.004).

S obzirom na to da je $p = .091$ diskriminativne analize, postoji jasno definisana granica između inicijalnog i finalnog merenja, te je moguće odrediti karakteriske grupe u odnosu na osteokalcin (OC), beta-crosslaps (CTX), kalcijum jonski (Ca⁺⁺) i ukupnu alkalnu fosfatazu (ALP)

Tabela 105. Karakteristike i homogenost grupe u postmenopauzi na inicijalnom i finalnom merenju u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

	Inicijalno merenje	Finalno merenje	doprinos %
ALP	veće	manje	49.940
CTX	manje	veće	46.312
OC	manje	veće	3.265
Ca++	manje	veće	.484
	n/m	8/13	11/13
	%	61.54	84.62

dpr % - doprinos obeležja karakteristikama

Svojtvo oba merenja najviše definiše alkalna fosfataza (ALP) jer je doprinos parametra karakteristikama 49.94%, a zatim slede: beta crosslaps (CTX) (46.31%), osteokalcin (OC) (3.26%) i kalcijum jonski (Ca++) (.48%). Homogenost na inicijalnom merenju je 61.54%, a na finalnom 84.62%.

Karakteristike grupe na inicijalnom merenju ima 8 od 13 ispitanica, homogenost je 61.54%, što znači da 5 ispitanica ima druge karakteristike, a ne karakteristike svoje grupe. Karakteristike grupe na finalnom merenju ima 11 od 13 ispitanica, homogenost je 84.62% jer 2 ispitanice imaju druge karakteristike.

Iz toga se zaključuje da ispitanice čije su karakteristike slične karakteristikama sa onim sa inicijalnog merenja, a nepoznata je njihova pripadnost, može se očekivati sa pouzdanošću od 61.54% da pripadaju baš inicijalnom merenju, odnosno moguće je izvršiti prognozu sa određenom pouzdanošću.

Na osnovu biohemijskih markera koštanog remodelovanja grupe u postmenopauzi, uočava se da je na inicijalnom merenju nivo alkalne fosfataze (ALP) veći; nivo beta-crosslapsa (CTX), osteokalcina (OC) i kalcijuma jonskog (Ca++) je manji u odnosu na finalno merenje, ali ni jedna promena nije na statistički značajnom nivou.

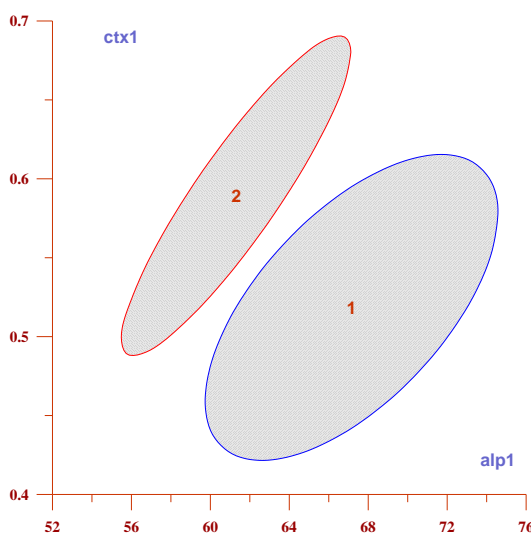
Tabela 106. Distanca (Mahalanobisova) između inicijalnog i finalnog merenja grupe u postmenopauzi u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Mahalanobisova distanca	inicijalno	finalno
inicijalno	.00	1.31
finalno	1.31	.00

Mahalanobisove distance ukazuju da je veliko rastojanje između inicijalnog i finalnog merenja postmenopauzalne grupe u odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja

Na osnovu grafičkog prikaza elipsi (intervala poverenja) moguće je uočiti međusobni položaj i karakteristike grupe na inicijalnom (1) i finalnom (2) merenju u odnosu na tri najdiskriminativnija parametra: alkalnu fosfatazu (ALP), beta-crosslaps (CTX) i osteokalcin (OC).

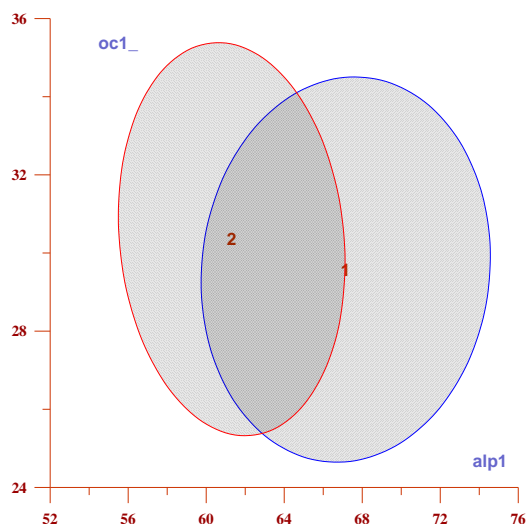
Grafikon 22. Elipse (intervala poverenja), alkalna fosfataza (ALP) i beta crosslaps (CTX)



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; alkalna fosfataza (ALP) (alp1); beta cross laps (CTX) (ctx1)

Elipse na grafikonu ukazuju na to da se nivo alkalne fosfataze (ALP) nakon programa vežbanja smanjio, odnosno da je niži nivo na finalnom merenju, a nivo beta-crosslapsa (CTX) je viši na finalnom u odnosu na inicijalno merenje kod ispitanica u postmenopauzi.

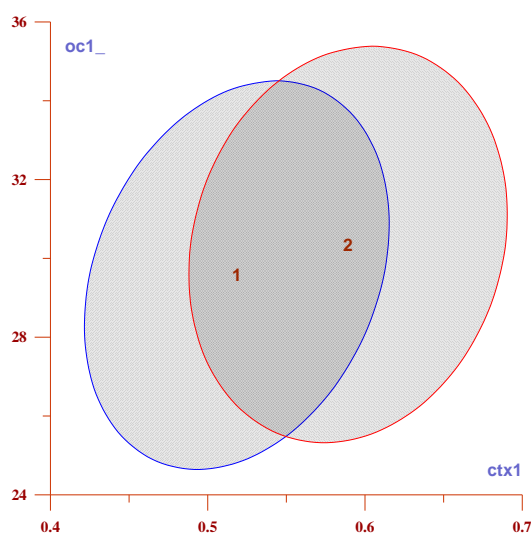
Grafikon 23. Elipse (intervala poverenja), alkalna fosfataza (ALP) i osteokalcin (OC)



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; alkalna fosfataza (ALP) (alp1); osteokalcin (OC) (oc1)

Kada se sagledavaju vrednosti alkalne fosfataze (ALP) i osteokalcina (OC) pre i nakon programa vežbanja, elipse ukazuju da je alkalna fosfataza ima niži nivo na finalnom merenju, a osteokalcin ima više vrednosti na finalnom u odnosu na vrednosti inicijalnog merenja kod ispitanica koje su u postmenopauzi.

Grafikon 24. Elipse (intervala poverenja), beta-crosslaps (CTX) i osteokalcin (OC)



Legenda: inicijalno (1); finalno (2);; beta crosslaps (CTX) (ctx1); osteokalcin (OC) (oc1)

Kod ispitanica u postmenopauzi, nivo beta-croslapsa (CTX) i osteokalcina (OC) je viši na finalnom merenju u odnosu na rezultate inicijalnog. Prema elipsama uočene vrednosti sa inicijalnog i finalnog merenja se velikim delom podudaraju, što samo demonstrira da povećanje nivoa ova dva parametra nije značajno.

Tabela 207. Veličina promene biohemijskih markera koštanog remodelovanja nakon realizacije programa vežbanja grupe u postmenopauzi

	AS promene ± SE	% promene
OC (ng/ml)	0.778 ± 1.378	2.63%
CTX (ng/ml)	0.070 ± 0.033	13.54%
Ca++ (mmol/l)	0.016 ± 0.023	3.55%
P (mmol/l)	0.045 ± 0.032	8.71%
ALP (U/L)	-5.846 ± 1.797	-1.43%

AS – srednja vrednost; SE – standardna greška;

Prema prikazanoj tabeli 107, uočava se da su se nivoi svih parametara povećali, osim ukupne alkalne fosfataze (-1,43%), čiji nivo se smanjio nakon programa vežbanja. Najveća promena se primećuje kod beta-crosslapsa (13,54%), zatim slede fosfor (8,71%), kalcijum jonski (3,55%) i osteokalcin (2,63%).

8 DISKUSIJA

Ovo istraživanje je imalo za cilj da se utvrdi da li postoji efekat šestomesečnog modela programa vežbanja na očuvanje koštane gustine, biohemijskih markera koštanog remodelovanja i metaboličke aktivnosti kosti.

Istraživanjem je obuhvaćeno 26 ispitanica prosečne starosti $50,35 \pm 3,72$ godina, koje su, prilikom obrade podataka, podeljene u dva subuzorka prema statusu menopauze – ispitanice koje su u periodu premenopauze (N=13) i ispitanice koje su u periodu postmenopauze (N=13). Takođe, urađena je i analiza efekta programa vežbanja celokupnog uzorka, kao i razlika uticaja programa vežbanja između grupa ispitanica. Većina žena dosegne menopauzu između 45 i 55 godina, te se sa tim povećava resorpcija kosti, koja je praćena padom količine lučenja estrogenih hormona. Činjenica da gubitak koštane mase počinje da se ubrzava približno 2 do 3 godine pre poslednje menstruacije, a da to ubrzanje završava oko pete godine nakon menopauze, opravdava zašto su za uzorak izabrane osobe baš u ovom periodu njihovog života (Recker i sar., 2000). Istraživanje je započelo 30 osoba, a rezultati 26 ispitanica je uzeto za analizu.

Da bi se sagledao efekat modela vežbanja, ispitanice su bile podvrgnute šestomesečnom treningu, čiji cilj je bio sprečavanje gubitka koštane mase povezanog sa menopauzom. Očuvanje zdravlja kostiju je važno zbog prevencije od osteoporoze, koja je najčešći uzročnik fraktura uzrokovanih padovima. Fizički aktivan način života tokom perioda premenopauze može poboljšati zdravlje kostiju i odgoditi nastanak osteoporoze (Mohr i sar., 2015). Koštano tkivo je dinamično tkivo koje se prilagođava i odgovara na različite nadražaje, kao što su fizička vežba i mehaničke vibracije (Kelley i sar., 2013). Mehaničke sile koje deluju na kost tokom fizičkog vežbanja kroz sile reakcije podloge (ground reaction forces) i mišićne kontrakcije (sila reakcije zglobova), koštane ćelije doživljavaju kao osteogene. Prilikom osmišljavanja programa vežbanja imali smo u vidu da budu uključena i oba oblika mehaničkog opterećenja. Osim toga, opterećenje prilikom vežbanja je prilagođavano ličnim mogućnostima ispitanica. Ukoliko neko nije mogao (subjektivni osećaj) da izvede određeni pokret u high-impact (visoko udarnog karaktera) aktivnostima, alternativna varijanta je bila da se izvede pokret u low-impact obliku (nižeg intenziteta). Takođe, i kod treninga snage, postojale su varijante za izvođenje težeg i lakšeg oblika vežbe.

Časovi vežbanja su bili posećeni u proseku 2 - 3 puta nedeljno. Učešće u programu vežbanja je bilo veće nego što bi se moglo očekivati u opštem, neistraživački orjentisanom programu, u kojem je stopa pohađanja oko 45% (Dishman, 1988). Odsustvovanje ispitanica sa časa vežbanja je bilo zbog bolesti ili eventualne nemogućnosti usklađivanja sa ličnim rasporedom. Najduže odsustvovanje je bio period od 10 do 14 dana.

Tokom perioda vežbanja, ispitanice nisu dobijale suplementaciju kalcijumom ili vitaminom D. Takođe, ni jedna ispitanica nije uzimala hormonsku terapiju.

U našem uzorku jednoj ispitanici je dijagnostikovana osteoporoza. Istoj ispitanici su vežbe bile prilagođene u slučaju subjektivne nelagodnosti pri izvođenju (umesto vežbi visoko udarnog karaktera – high impact, izvodila je nisko-udarne, low-impact, aktivnosti). Nisu izvođene vežbe sa zasukom tj. rotiranjem kičmenog stuba, i prilagođene su vežbe za jačanje trbušnog zida.

Pre sagledavanja rezultata koji se odnose na efekat programa vežbanja, izračunati su deskriptivne statistike posmatranih parametara za celokupni uzorak i obe grupe posebno i na svim merenjima. Ispitanice su bile prosečne visine, težine i zdravlja kosti.

Rezultati dobijeni merenjem lumbalne kičme prikazuju da, prema srednjim vrednostima Z-scora i T-scora, obe grupe imaju normalnu gustinu kostiju na inicijalnom i finalnom merenju. U odnosu na mineralni koštani sadržaj i mineralnu koštanu gustinu lumbalne kičme, uzorak obe grupe je bio homogen sa naginjanjem rezultata ka većim vrednostima, osim grupe u postmenopauzi na inicijalnom merenju, gde je kriva raspodele koštane gustine naginjala ka nižim vrednostima. Celokupan uzorak je bio homogen prema oba parametra, vrednosti mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme su naginjale ka većim vrednostima, a koštane gustine ka nižim.

Prema srednjim vrednostima T-scora i Z-scora vrata butne kosti, grupa u premenopauzi ima normalnu koštanu masu, sa blagim povećanjem vrednosti Z-scora. U grupi postmenopauzalnih žena T-skor je u zoni normalne koštane mase na inicijalnom merenju, dok je na finalnom merenju u zoni osteopenije, jer je vrednost T-scora $-1,05$ SD. U odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu vrata butne kosti, celokupni uzorak je bio

homogen, sa naginjanjem rezultata ka većim vrednostima. Uzorak grupe u premenopauzi je bio heterogen u odnosu na mineralni koštani sadržaj, a homogen u odnosu na mineralnu koštanu gustinu, a vrednosti oba parametra naginju ka većim vrednostima. Uzorak grupe u postmenopauzi, prema oba parametra, bio je homogen, sa nagnutošću krive ka većim vrednostima. Vrednosti koštanog sadržaja i koštane gustine prate blago povećanje u premenopauzalnoj grupi na finalnom merenju u odnosu na inicijalno, dok su kod postmenopauzalne grupe ove vrednosti niže na finalnom merenju.

Vrednosti T-scora i Z-scora, dobijeni merenjem kuka, pokazuju da obe grupe ispitanica imaju normalnu koštanu masu, te da je praćeno blagim povećanjem ovih vrednosti na finalnom merenju. U odnosu na mineralni koštani sadržaj i mineralnu koštanu gustinu kuka, ceo uzorak i uzorak svake pojedinačne grupe je bio homogen. Vrednosti mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine naginju ka većim vrednostima, uzimajući u obzir celokupni uzorak i kod premenopauzalne grupe. U grupi postmenopauzalnih žena rezultati koštanog sadržaja naginjali su ka nižim vrednostima, a vrednosti mineralne koštane gustine ka većim vrednostima. Vrednosti koštanog sadržaja ukupnog kuka su se blago povećale kod obe grupe na finalnom, u odnosu na inicijalno merenje. Vrednosti koštane gustine kuka kod grupe u premenopauzi su veće na finalnom merenju, dok su kod grupe u postmenopauzi ostale nepromenjene.

Vrednosti određivanih parametara osnovnih biohemijskih analiza za procenu koštanog metabolizma (jonskog kalcijuma, fosfora i ukupne alkalne fosfataze) kod ispitanica u pre- i postmenopauzi na inicijalnom merenju bile su u rasponu normalnih (preporučenih) vrednosti za primenjene laboratorijske metode određivanja. Vrednosti istih parametara na finalnom merenju kod ispitanica obe grupe su takođe u rasponu normalnih tj. preporučenih vrednosti, sa blagim povećanjem vrednosti kalcijuma jonskog i neorganskog fosfora, a smanjenjem vrednosti alkalne fosfataze u obe ispitivane grupe. Uzorak obe grupe na inicijalnom i finalnom merenju je bio homogen u svim parametrima, osim alkalne fosfataze kod ispitanica u premenopauzi na inicijalnom merenju. Ceo uzorak je, takođe, prema ovim parametrima bio homogen na inicijalnom i finalnom merenju.

Za procenu biohemijskih markera koštanog remodelovanja, u ovom istraživanju je meren nivo osteokalcina, koji predstavlja biohemijski marker koštanog formiranja i beta-crosslaps, koji predstavlja biohemijski marker koštane resorpcije.

Srednje vrednosti određivanih biohemijskih markera koštanog remodelovanja, osteokalcina i beta-crosslapsa, kod ispitanica u pre- i postmenopauzi na inicijalnom merenju bile su u okviru normalnih (preporučenih) vrednosti u odnosu na period u kojem se nalaze. Kada se sagledaju ukupne vrednosti celog uzorka, srednja vrednost nivoa ovih markera se kreće u zoni preporučenih vrednosti, s tim da se nivo beta-crosslapsa kreće blizu gornje granice preporučenih vrednosti za generativni period. U postmenopauzalnoj grupi srednja vrednost nivoa beta-crosslapsa se, takođe, kreće oko gornje granice referentnih vrednosti za generativni period. Na finalnom merenju, srednje vrednosti obe grupe se nalaze u okviru normalnih za određeni period. Celokupan uzorak i svaka grupa na inicijalnom i finalnom merenju su bili heterogeni, prema oba parametra.

8.1 Uticaj programa vežbanja na osteodenzitometrijske parametre i parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod celokupnog uzorka

Kada se sagledavaju rezultati celokupnog uzorka ispitanica, koji je različit prema statusu menopauze, nije bilo značajnih promena u mineralnom koštanom sadržaju i koštanj gustini lumbalne kičme. Međutim, računanjem veličine promene prema razlikama u srednjim vrednostima, primeti se da su osteodenzitometrijski parametri lumbalne kičme niži nakon završetka vežbanja.

Nakon podele ispitanica na grupu u pre- i postmenopauzi, utvrđeno je da su parametri lumbalne kičme na inicijalnom merenju statistički značajno niži kod ispitanica u postmenopauzi u odnosu na ispitanice u premenopauzi. Ipak, nije utvrđena razlika uticaja programa vežbanja između ove dve grupe na osteodenzitometrijske parametre lumbalne kičme. Istraživanja u kojima su praćene promene u koštanj masi, zaključilo se da gubitak

kosti počinje tokom kasnog premenopauzalnog doba i da godišnji gubitak kosti iznosi 0,5% (Ho i sar., 2008 i Van Beresteijn i sar., 1990), odnosno 0,81% mineralnog koštanog sadržaja (BMC) i 0,69% za mineralnu koštanu gustinu (BMD) kičme (Recker i sar., 1992). Najveći gubitak kosti je zapažen u menopauzalnoj tranziciji, oko 2,5% godišnje, dok se gubitak smanjuje u postmenopauzi, oko 1,5% godišnje (Ho i sar., 2008). Smanjenje lučenja estrogena u menopauzi utiče na brže remodelovanje (smanjenje) koštane mase, naročito u trabekularnoj i endokortikalnoj kosti (Ho i sar., 2008), od koje se sastoje pršljenovi kičme. Iako rezultati našeg istraživanja ne pokazuju povećanje osteodezimetrijskih parametara lumbalne kičme kod ukupnog uzorka nakon programa vežbanja, poželjno je nastaviti sa fizičkom aktivnošću, jer kako Kim i sar. (2012) zaključuju, osobe u pre- i postmenopauzi, koje se u slobodno vreme bave umerenom ili intenzivnom fizičkom aktivnošću, imaju veću koštanu gustinu lumbalne kičme i vrata femura, u odnosu na osobe koje to ne čine. Impaktni i neimpaktni programi vežbanja mogu imati pozitivan uticaj na lumbalnu kičmu kod premenopauzalnih i postmenopauzalnih žena (Wallace i Cumming, 2000), iako efekat vežbanja nije značajan nakon kratkog perioda bavljenja, već se efekat akumulira nakon nekoliko godina vežbanja. Suprotan zaključak navode Kemmler i sar. (2004), koji na osnovu transverzalnog istraživanja tvrde da je mala povezanost svakodnevnih fizičkih aktivnosti, ne-atletskih vežbi niskog intenziteta (nisko-impaktnih) i mišićne jačine na koštane parametre kod žena u ranoj postmenopauzi, ali bez obzira na to, zaključuju da su specifični programi vežbanja potrebni za žene u postmenopauzi zbog smanjenja rizika od osteoporoze.

Primenjeni program vežbanja nije doprineo tome da veličina promene osteodenzitometrijskih parametara lumbalne kičme dve grupe ispitanica, različite po statusu menopauze, bude značajna. Prema Bassey i sar. (1998) žene u premenopauzi i postmenopauzi drugačije reaguju na vežbe visokog udarnog karaktera, odnosno skokove. Ovakav način vežbanja je pozitivno delovao na BMD svih merenih delova tela žena u premenopauzi nakon 20 nedelja, ali ne i kod žena u postmenopauzi, nakon 51 nedelje. Takođe, zaključuju da se poboljšanje u BMD lumbalne kičme primetilo kod postmenopauzalnih žena koje su koristile hormonsku terapiju.

U odnosu na osteodenzitometrijske parametre vrata butne kosti celokupnog uzorka, naši rezultati ukazuju da se promena desila u pozitivnom smeru kod mineralnog koštanog sadržaja, ali ne i kod koštane gustine. Kada se uzorak podeli na dve grupe, analiza vrednosti ovih parametara vrata butne kosti nije pokazala značajnu razliku između dve grupe ispitanica, ali su vrednosti koštanog sadržaja i koštane gustine veće u grupi premenopauzalnih žena.

Nakon šest meseci, utvrđena je statistički značajna razlika uticaja programa vežbanja kod ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi, te su vrednosti koštane gustine vrata butne kosti grupe u premenopauzi postale veće na statistički značajnom nivou od grupe u postmenopauzi nakon realizacije programa. Moguće je da vreme trajanja programa vežbanja nije bilo dovoljnog vremenskog trajanja da bi izazvalo pozitivan osteogeni odgovor kod ispitanica u postmenopauzi. Kim i sar. (2012) su u svom istraživanju utvrdili povezanost između nivoa fizičke aktivnosti u slobodno vreme i BMD vrata butne kosti kod žena u premenopauzi, a kod žena u postmenopauzi vezano je i trajanje i intenzitet fizičke aktivnosti sa BMD vrata butne kosti. Primenjeni program vežbanja je za isti period trajanja kod ispitanica u premenopauzi izazvao veći odgovor koštane gustine vrata butne kosti u odnosu na ispitanice u postmenopauzi. Niži efekat na BMD vrata butne kosti kod žena u postmenopauzi koje su duplo duži vremenski period učestvovala u vežbanju nego žene u premenopauzi rezultati su istraživanja Bessey i sar. (1998), ali nisu mogli utvrditi pravi razlog tome. Smatraju da kod starijih žena odgovor kosti na opterećenje moguće je objasniti uticajem na koncentraciju mnogih sistemskih faktora, uključujući krvotok i hormone. Kelley G.A. i Kelley K.S. (2004) nisu primetili značajnu razliku u uticaju programa vežbanja između pre- i postmenopauzalnih žena, ali je aerobnim načinom vežbanja uspeo da doprinese približno 2% poboljšanju koštane gustine lumbale kičme i vrata butne kosti, međutim, prema literaturi u njihovoj meta-analizi, nisu zaključili da vežbe sa opterećenjem povećavaju ili održavaju koštanu gustinu istih delova tela kod žena u premenopauzalnom periodu.

Rezultati celokupnog uzorka ukazuju da nije bilo statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja u osteodenzitometrijskim parametrima kuka, ali je program vežbanja delovao na povećanje mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine kuka. Na početku istraživanja, nije bilo statistički značajne razlike u vrednosti merenih parametara na

kuku između dve grupe ispitanica. Program vežbanja nije statistički značajno uticao na razliku između ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na mineralni koštani sadržaj i koštanu gustinu kuka.

Prema Hansenu i Tuckeru (2016) kod sredovečnih žena nivo fizičkih sposobnosti (fitness) je povezan sa koštanom gustinom kuka i lumbalne kičme. Aktivnosti u kojima je opterećenje sopstvena težina tela, poput penjanja stepenicama ili hodanje, povezane su sa mineralnim koštanim sadržajem ukupnog kuka i celog tela (Ho i sar., 2008). Osim toga, snaga mišića fleksora i abduktora kuka je pozitivno povezana sa koštanom gustinom kuka (Pasco i sar., 2015).

Vežbe koje objedinjuju različite fizičke aktivnosti efikasne su za očuvanje koštane gustine kuka, kao i ostalih regija tela (Zhao, 2017). Meta-analize zaključuju da je kombinacija vežbi visokoudarnog karaktera (aktivnosti sa opterećenjem sopstvenog tela) i vežbe opterećenja visoke magnitute (vežbe snage) najefikasnija za poboljšanje površinske koštane gustine kuka i kičme kod žena u premenopauzi (Martin-St James i sar., 2010) i za smanjenje gubitka kosti na ovim delovima u postmenopauzi (Martin-St James i sar., 2009).

Karakteristike celokupnog uzorka prema biohemijskim markerima koštanog remodelovanja ukazuju da je uzorak heterogen prema nivou osteokalcina i beta-crosslapsa. Stoga, jasno je da na inicijalnom merenju postoji razlika između ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u odnosu na markere remodelovanja, kao i jasno definisana granica između njih. Najveći doprinos razlici između grupa i definisanju svake grupe doprinose upravo osteokalcin i beta-crosslaps, ali i neorganski fosfor. Ovo potvrđuje promena u hormonskom statusu koji utiče na ubrzan koštani promet uz naknadni gubitak kosti u toku pet godina nakon menopauze (Rosen i sar, 1997).

Promene u načinu života mogu promeniti nivo biohemijskih markera formiranja i resorpcije kosti za čak 30% do 70% u periodu od nekoliko nedelja (Hannan i sar., 2000). Hla i sar. (2001) ispitivali su povezanost dva biohemijska markera resorpcije kostiju sa faktorima načina života kod žena u postmenopauzi starosti između 45 i 59 godina. Fizička aktivnost nije pokazala statistički značajnu povezanost ni sa jednim biohemijskim markerom remodelovanja, što autori komentrišu kao pristrasnu samoprocenu, da varijacije u fizičkoj

aktivnosti kod žena u postmenopauzi mogu biti ograničene da bi značajno uticale na markere remodelovanja kosti, te da bi trebalo da su vežbe intenzivnije. Sa ovim zaključkom, uz dobijene slične rezultate, slažu se i Kemmler i sar. (2004) uz preporuku da žene koje su sklone riziku od fraktura u ranoj postmenopauzi učestvuju u programima gde su vežbe specifično osmišljene.

Posmatrajući promene celokupnog uzorka, statistički značajno smanjenje je bilo samo u nivou alkalne fosfataze. Nivo kalcijuma jonskog i neorganskog fosfora se povećali ali ne statistički značajno. Nivo beta-crosslapsa se povećao, a osteokalcina smanjio, takođe, bez statističke značajnosti. Retka su istraživanja sa heterogenim uzorkom prema statusu menopauze, pa je teško upoređivati rezultate. Ipak, pronašli smo da su Humphries i sar. (2000) ispitivali kako različite vrste vežbanja, sa i bez hormonske terapije, utiču na markere remodelovanja kod žena starosti od 45 do 65 godina, u periodu od 24 nedelje. Nije utvrđena značajna razlika u nivou osteokalcina, niti u odnosu deoksipiridolina (marker resorpcije) i kreatinina (DPD:CR) između grupa koje su podeljene na trening snage, hodanje na tredmilu, trening snage plus hormonska terapija i hodanje na tredmilu plus hormonska terapija. Značajno povećanje nivoa osteokalcina unutar grupe, za 22%, nakon 24 nedelje utvrđeno je kod ispitanica kojima je intervenciju činilo samo hodanje na tredmilu. Kod istih se uočilo i smanjenje koštane gustine merenih delova. Srednje vrednosti oba markera remodelovanja su veće na post-testu u svim grupama, ali je procentualna promena manja u grupama koje su uz trening dobijale i hormonsku terapiju.

Razlika u uticaju programa vežbanja na biohemijske markere koštanog remodelovanja kod naših ispitanica se ogleda samo prema nivou beta-crosslapsa, a uticaj je veći u premenopauzalnoj grupi. Vrednosti beta-crosslapsa su težile nižim vrednostima u grupi premenopauzalnih žena, a u postmenopauzalnoj grupi su težile višim vrednostima. Kakav efekat isti program vežbanja ima kod žena u premenopauzi i postmenopauzi, ispitivali su Bassey i sar. (1998), s tim da su biohemijski markeri koštanog remodelovanja ispitivani samo u grupi žena u postmenopauzi, sa i bez hormonske terapije. Uporedili su promene u biohemijskim markerima nakon 6 meseci i koštanu gustinu nakon godinu dana vežbanja. Kod žena koje su imale samo tretman vežbanja, nakon 6 meseci i markeri formiranja i

markeri resorpcije su se smanjili (osteokalcin, alkalna fosfataza specifična za kost, ukupna alkalna fosfataza i N-terminalni-telopeptid (NTx)), dok se gustina kosti lumbalne kičme (ne značajno), vrata femura i trohantera takođe smanjila. Kod žena koje su vežbale i uzimale hormonsku terapiju, isti biohemijski markeri povećali su se nakon 6 meseci, a koštana gustina, takođe, povećala se nakon godinu dana. Nakon godinu dana vežbanja, markeri remodelovanja su opet posmatrani kod ispitanica bez hormonske terapije, gde su se nivoi osteokalcina, ukupne i za kost specifične alkalne fosfataze smanjili, a NTx povećao, što je upoređeno sa koštanom gustinom nakon 18 meseci gde je nepromenjena koštana gustina lumbalne kičme, ali je smanjena kod vrata femura i trohantera.

8.2 Uticaj programa vežbanja na osteodenzitometrijske parametre i parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u periodu premenopauze

Program vežbanja nije doprineo statistički značajnoj promeni osteodenzitometrijskih parametara merenih na lumbalnom delu kičme. Veličina promene naših rezultata ukazuje na povećanje mineralnog koštanog sadržaja (1.07%), a smanjenje koštane gustine (-0.15%) i Z-scora (-1.81%) lumbalne kičme premenopauzalnih žena. Rezultate gde nije bilo statistički značajne promene koštane gustine lumbalne kičme dobili su Kelley i sar. (2013), Vainionpaa i sar. (2005), Dornemann i sar. (1997). Dorneemann i sar. pretpostavljaju da opterećenje primenjeno u programu vežbanja značajno povećava mišićnu snagu ali je, izgleda, nedovoljno za optimalan prirast koštane mase. Vainiopraa i sar. (2005) su objavili rezultate gde je došlo do povećanja BMD lumbalnog L1 pršljena, ali ne i BMD totalne lumbarne kičme, što potvrđuje da biomehaničko opterećenje varira među pršljenovima. Rezultati Rockwell i sar. (1990) pokazali su da dolazi do smanjenja koštane gustine lumbalne kičme kod žena u premenopauzi. Nakon perioda vežbanja od 4,5 meseca, koštana gustina lumbalne kičme smanjila se za 2,90%, a nakon 9 meseci za 3,96%. Mišićna snaga primenjenim treningom sa tegovima se povećala, ali zaključuje se da trening primenjenog intenziteta i frekvencije u kratkotrajnom periodu smanjuje koštanu masu kičme.

Kelley i Kelley (2004) smatraju da vežbe opterećenja nisu dovoljno efikasne za povećanje ili održavanje BMD lumbalne kičme i vrata butne kosti kod žena u premenopauzi, odnosno da ovi delovi tela nisu bili dovoljno opterećeni primenjenim vežbama. Uz to smatraju da je mogući razlog nedostatka značajne promene kratak vremenski period vežbanja, te pretpostavljaju da bi trening sa opterećenjem u dužem vremenskom periodu doprineo održavanju ili povećanju koštane gustine, upoređujući osobe koje treniraju i koje ne treniraju. McDermott i sar. (2001) objavljuju suprotno, odnosno, vežbe sa opterećenjem i aerobne vežbe povećavaju regionalnu koštanu masu, naročito kortikalnu, nakon 12-mesečnog istraživanja sa premenopauzalnim ženama starosti 19-40 godina. Takođe, preporučuju kombinaciju aerobika i vežbi sa opterećenjem kako bi se povećao pik koštane mase. Mi smo u našem istraživanju primenili ovaj koncept vežbanja, iako na uzorku koji ne nešto starije dobi nego u njihovom istraživanju, i dobili navedene rezultate. Rezultati Winter–Stone i Snow (2006) kod žena u premenopauzi pokazuju pozitivan uticaj ovakvog načina vežbanja na koštanu gustinu. Naime, grupa koja je radila vežbe opterećenja za gornji deo tela plus vežbe za donji deo tela (skokove) značajno je povećala BMD lumbalne kičme u odnosu na grupu koja je radila vežbe samo za donji deo tela (skokove). Osobe kojima je koštana gustina kičme ispod normalne, neće imati koristi od vežbi skokova, već od vežbi opterećenja za gornji deo tela koje će najbolje aktivirati adekvatne mišiće. U našem istraživanju sve ispitanice su vežbale prema istom programu, bez određivanja maksimalne snage i izdržljivosti svake žene pojedinačno. Pretpostavljamo da je u našem uzorku bilo žena kod kojih je trebalo usmeriti veće opterećenje ka vežbama za gornji deo tela, a manje na impaktne aktivnosti, što znači da je individualno doziranje vežbi na osnovu koštane mase najbolje za poboljšanje koštane gustine ciljanog dela tela. Pokazalo se da je povećanje BMD lumbalne kičme efikasnije tek nakon 6 meseci vežbanja i da bi se progresivno povećanje nastavilo i preko 12 meseci vežbanja. Snow-Harter i sar. (1992) su ustanovili da trčanje (vežba visokog udarnog karaktera) i trening sa tegovima (neimpaktne vežbe) kod studentkinja mogu biti jednako efikasne za poboljšanje koštane mase lumbalne kičme. Iako su promene koštane gustine nakon programa treninga kod žena u premenopauzi male, količina promene BMD može biti manje važna od raspodele koštane mase u smislu ukupne čvrstine kostiju (Singh i sar., 2009).

Kim i sar. (2015) su imali za cilj da sagledaju efekte vežbanja Ashata yoge kod sredovečnih premenopauzalnih žena. Međutim, ovakav način treninga nije doprineo

promenama BMD lumbalne kičme. Većina ranijih studija je sagledavala efekat joga kao terapije za smanjenje simptoma depresije i anksioznosti, ali da bi se utvrdio efekat ovakvog načina vežbanja na koštanu gustinu kod žena u premenopauzi, preporučuje se duže trajanje vežbanja i veća frekvencija Ashtanga Yoge.

Sagledavajući rezultate samo ispitanica u premenopauzi, uočava se razlika kod koštane gustine u vratu butne kosti za $-0,001$, odnosno $-0,11\%$, ali sa povećanjem mineralnog koštanog sadržaja za $1,17\%$ i Z-skora za $3,59\%$. Možemo reći da je koštana masa ipak očuvana, iako nije došlo do povećanja koštane gustine. Dornemann i sar. (1997) su objavili da postoji povećanje BMD vrata butne kosti premenopausalnih žena između 40 i 50 godina, za $1,22\%$ koje su radile trening sa opterećenjem – tegovima, ali i kontrolne grupe za $1,26\%$. Obe grupe su dobijale suplementaciju kalcijumom, ali autori nemaju objašnjenje za ovakav rezultat s obzirom na to da trening ima pozitivan uticaj na BMD lumbalne kičme, a negativan na radijus, dok se u kontrolnoj grupi smanjio BMD i kičme i radijusa. Rezultati istraživanja Singh i sar. (2009) pokazuju da je na kraju programa vežbanja kontrolna grupa imala slične ili čak bolje rezultate koštane gustine merenih regija noge u odnosu na eksperimentalnu. Opšti zaključak je da je potreban naporan trening sa opterećenjem kako bi „izmamio“ efekat na koštano tkivo (Dornemann i sar., 1997).

Kelley i sar. (2013) su na osnovu meta-analize zaključili da postoji statistički značajna i pozitivna povezanost kod žena u premenopauzi između BMD vrata butne kosti i broja ponovljenih serija pri treningu opterećenja, dok je suprotna povezanost sa frekvencom vežbe (tj. brojem ponavljanja vežbe).

Meta-analizom Martin St-James i Carroll (2009) objavili su promene u BMD vrata butne kosti ili lumbalne kičme primenom treninga visokoudarnog karaktera, kao i za kombinaciju treninga udarnog (impaktnog) karaktera i treninga sa opterećenjem kod žena u premenopauzi. Značajno povećanje koštane gustine vrata butne kosti, ali ne i lumbalne kičme je objašnjeno kao rezultat treninga visokoudarnog karaktera (Zhao, 2014), dok je kombinovani trening udarnog karaktera i vežbi opterećenja (treninga snage) rezultirao statistički značajnim povećanjem BMD lumbalne kičme, ali ne i BMD vrata butne kosti. Na ovo ukazuju i Wallace i Cuming (2000) i Pruitt i sar. (1992) jer trening opterećenja nije doprineo poboljšanju koštane gustine vrata femura, što je suprotno od zaključka studije

McDermott i sar. (2001). Šestomesečni trening sa opterećenjem prema Ryan i sar. (2004) povećava mišićnu masu i poboljšava BMD femoralne regije kod mlađih i starijih muškaraca i žena, s tim da je trend poboljšanja veći kod mlađih osoba. Naši rezultati potvrđuju ovaj zaključak, gde je utvrđena razlika u efektu vežbanja na koštanu gustinu vrata butne kosti između ispitanica u pre- i postmenopauzi, u korist prve grupe, koja je i mlađe dobi.

Trening Ashata yoge u periodu od 8 meseci nije doprineo povećanju koštane gustine vrata femura kod sredovečnih žena u premenopauzi, sa preporukom da je potrebno duži period vežbanja ovog tipa da bi se utvrdio veći uticaj (Kim i sar., 2015).

Naši rezultati ukazuju na to da je program vežbanja koji smo primenili pozitivno delovao na koštanu gustinu, mineralni koštani sadržaj i Z-score kuka žena u premenopauzi, iako to poboljšanje nije bilo na statistički značajnom nivou. Veličina promene mineralnog koštanog sadržaja iznosi 1,96%, koštane gustine 1,14%, a Z-scora 22,06%. Zaključak meta-analize St James i sar. (2010) je u skladu sa primenjenim programom vežbanja, odnosno kombinacija vežbi visokoudarnog karaktera (aktivnosti sa opterećenjem sopstvenog tela) i vežbi snage visoke magnitude najefikasnije su za poboljšanje površinske koštane gustine kuka, dok sam trening snage ne doprinosi poboljšanju (Kelley i Kelley, 2004). Singh i sar. (2009) su primenili samo trening snage kao tretman kod žena u premenopauzi, starosti 30-50 godina, koji je pokazao efekat na BMD kuka već nakon 15 nedelja, ali je došlo do smanjenja iste regije nakon 39 nedelja vežbanja. U kontrolnoj grupi koštana gustina kuka je težila smanjenju na oba merenja. Prema njihovom zaključku, postoji mogućnost da je ukupan broj serija vežbi snage faktor koji utiče na poboljšanje koštane gustine. Istraživanja u kojima su izvršene tri serije vežbi snage pokazale su bolje rezultate od onih gde je broj serija varirao od dva do pet. Teško je proceniti uticaj broja ponavljanja određene vežbe za dobrobit koštane mase, što bi trebalo biti zadatak daljih istraživanja. Winter-Stone i Snow (2006) smatraju da treninzi snage i/ili aerobika koji aktiviraju celo telo, odnosno trup, gornje i donje ekstremitete mogu poboljšati BMD kuka i/ili kičme. Oni su u svom istraživanju, takođe, primenjivali trening snage na posebnim stranama (delovima) tela, te dobili pozitivne rezultate kod koštane gustine kuka. Grupa koja je primenjivala trening snage i na gornjem i donjem delu tela, uz trening sa skokovima, pokazala je najbolje rezultate u koštanoj gustini kuka, ali i kičme. Za

razliku od vrata femura, BMD kuka je težio poboljšanju u prvih 6 meseci, dok je u narednih 6 meseci imao sporiji trend povećanja. Kod nekih istraživanja primenjivale su se samo vežbe za donji deo tela, poput skokova, gde je najveće opterećenje, tj. stimulus, pruža udar o podlogu i možda ekscentrična kontrakcija mišića pri doskoku, gde je zapaženo povećanje BMD kuka do 4%, ali ne i na kičmu (Vainipraa i sar., 2005; Bassey i sar., 1998, Bassey i Ramsdale, 1994). Step aerobik je vid treninga gde stimulus čini sudar sa podlogom (impaktni program, sila reakcije podloge), koji su primenili Wen i sar. (2017) u periodu od 10 nedelja sa ženama sa osteopenijom, što je bio kratak period da bi se BMD i BMC kuka poboljšao na statistički značajnom nivou, ali poboljšava fizičke sposobnosti - snagu donjih ekstremiteta, gornjeg dela tela, agilnost, dinamičku ravnotežu i kardiorespiratornu izdržljivost, što smanjuje rizik od pada koji može da izazove prelome kosti.

Program vežbanja kod ispitanica u premenopauzi nije doprineo statistički značajnoj promeni u posmatranim markerima koštanog remodelovanja i metabolizma. Statistički značajna razlika pokazala se samo kod jonskog kalcijuma, čije su se vrednosti povećale (6,89%). Uz jonski kalcijum, povećala se i vrednosti neorganskog fosfora (9,66%), dok se vrednost alkalne fosfataze smanjila (-4,45%), ali bez statističke značajnosti. Vrednosti biohemiskih markera koštanog remodelovanja, osteokalcina (-4,03) i beta-crosslapsa (-7,12) su se smanjile, takođe, bez statističke značajnosti. Istraživanja do kojih smo došli, a koja se bave promenom biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u premenopauzi su uglavnom povezana sa redukcijom telesne mase uz fizičku aktivnost. Ispitanice u ovom istraživanju nisu programom vežbanja značajno smanjile telesnu masu. Na koštanu gustinu može da utiče smanjenje telesne mase kod prekomerno uhranjenih osoba, ubrzavajući remodelovanje kosti (Hinton i sar., 2012), što može negativno uticati na zdravlje kosti u dužem periodu (Rector i sar., 2009). Autori su ispitivali kako smanjenje, a zatim i povratak telesne mase uz fizičku aktivnost utiče na koštanu gustinu i markere remodelovanja kosti: osteokalcin (OC), alkalnu fosfatazu specifičnu za kost (BAP) i beta-crosslaps (CTX), kod žena u premenopauzi, starosti od 19 do 50 godina. Nakon 4 do 6 meseci, koliko je trajao proces smanjenja telesne mase, BMD kuka i lumbalne kičme se statistički značajno smanjio, nivo osteokalcina i beta-crosslapsa se statistički značajno povećao, a nivo alkalne fosfataze

specifične za kost ostao nepromenjen. Osteokalcin i beta-crosslaps su ostali povišeni u odnosu na početak studije i nakon povraćaja telesne težine, i nivoi se nisu razlikovali nakon prethodnog gubitka telesne težine (Hinton i sar., 2012). Istraživanje u kojem su učestvovalе gojazne žene starosti 18 – 35 godina, u periodu od 6 nedelja, takođe se bavilo pitanjem da li vežbe sopstvenom težinom mogu sprečiti remodelovanje kosti uzrokovano redukcijom telesne težine. Dobijeni rezultati se slažu sa prethodno navedenim istraživanjem, odnosno nivo osteokalcina se statistički značajno povećao (Rector i sar., 2009). Ni trening snage nije statistički značajno uticao na markere remodelovanja i koštanu gustinu kod redukcije telesne mase premenopauzalnih žena (Nakata i sar., 2008). S druge strane, studija posmatranja, a zatim i ispitivanje uticaja treninga u trajanju od mesec dana kod premenopauzalnih žena, pokazuje da i mala promena u fizičkoj aktivnosti utiče na markere formiranja kosti (osteokalcin i PINP), bez promene na marker resorpcije beta-crosslaps (Adami i sar., 2008). Istraživanje u trajanju od 12 nedelja je imalo za cilj da se sagleda uticaj vežbi sa sopstvenom težinom na koštani merabolizam studentkinja. Dobijeni rezultati pokazuju povećanje novoa osteokalcina u grupi koja je vežbala, smanjenje nivoa kalcijuma i povećanje fosfora u serumu u većoj meri nego kod kontrolne grupe. Istraživanja iz dosadašnje literature nisu pokazala sličnost sa našim rezultatima, naročito kod osteokalcina, čiji se nivo u većini istraživanja povećao, dok je kod nas došlo do smanjenja nivoa kod žena u premenopauzi. Smanjenje nivoa osteokalcina prati smanjenje nivoa beta-crosslapsa. Studije ukazuju da veća koštana gustina i Z-score prati smanjenje nivoa osteokalcina, PINP i beta-crosslapsa (Botella i sar., 2013; Garner, 2000), te smatramo da je program vežbanja pozitivno uticao na markere koštanog remodelovanja i koštanu gustinu žena u premenopauzalnom periodu.

8.3 Uticaj programa vežbanja na osteodenzitometrijske parametre i parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja kod žena u periodu postmenopauze

Program vežbanja u trajanju od 6 meseci kod naših ispitanica u postmenopauzi nije doprineo statistički značajnoj promeni vrednosti osteodenzitometrijskih parametara merenih delova tela. Osteodenzitometrijski parametri mereni na lumbalnoj kičmi nisu pokazali povećanje, već negativan smer promene (BMC LK -1,26%, BMD LK -0,74%, T-sc -8,78%), a slične rezultate su dobili i Bemben i sar. (2000) i Humphries i sar. (2000). U ovom istraživanju, kao i kod Humphries i sar. (2000), većina ispitanica je bila u periodu rane postmenopauze (srednja vrednost dužine postmenopauzi je 4,61 godine). U prvih 5 godina od poslednje menstruacije, godišnji gubitak kosti je ubrzan 2 – 6,5% (Bermon i sar., 1999; Jones i Clemmons, 1995), što verovatno objašnjava nedostatak odgovora lumbalne kičme jer trening nije uspeo da kompenzuje gubitak koštane snage (gubitak kosti) uzrokovan prvenstveno deficitom estrogena. Nekim meta-analizama se zaključuje da vežbanje može uticati na smanjenje gubitka koštane mase kod postmenopauzalnih žena te da vežbanje aerobika održava koštanu masu kičme (Kelley, 1998; Bérard i sar., 1997). Pruitt i sar. (1992) su zaključili da trening snage u periodu od devet meseci održava koštanu gustinu lumbalne kičme žena u ranoj postmenopauzi. Hodanje intenzitetom 50% i 70-85% VO_{2max} i vežbanje aerobika u periodu od 6 meseci može da održi ili poboljša koštanu gustinu lumbalne kičme kod žena sa osteopenijom/osteoporozom (Yamazaki i sar., 2004; Chien i sar., 2000). Međutim, hodaњem na tredmilu od 60-70% VO_{2max} , ne može da se spreči gubitak koštane gustine lumbalne kičme uzrokovan smanjenjem telesne mase kod postmenopauzalnih žena sa prekomernom telesnom masom (Villalon i sar., 2011). Iako ne za statistički značajnom nivou, u našoj postmenopauzalnoj grupi telesna masa je bila niža nakon zavšetka programa, te je moguće i to jedan od razloga smanjenja merenih parametara na lumbalnoj kičmi.

Kemmler i sar. (2002) su radili istraživanje sa ženama sa osteopenijom u ranoj postmenopauzi, starosti 55.1 ± 3.4 godina, da utvrde uticaj intenzivnog vežbanja na BMD, podeljenih u trening grupu i kontrolnu, obe grupe su dobijale kalcijum i vitamin D. Nakon 14 meseci, BMD lumbalne kičme i trohantera se povećao u trening grupi, dok se smanjio u kontrolnoj.

U modelu programa vežbanja našeg istraživanja dominirale su vežbe repetitivne u odnosu na eksplozivnu snagu. Na treningu se kao rekvizit koristila uglavnom elastična guma, te su pokreti izvođeni u većem obimu, nego što je to slučaj pri korišćenju slobodnih tegova. Von Stengel i sar. (2005) ispitivali su kako dva načina vežbanja: power training (trening snage) i strenght training (trening jakosti) utiču na BMD žena u postmenopauzi (4-11 godina menopauze). Razlika između treninga se ogledala u brzini izvođena pokreta i broju ponavljanja. Nakon godinu dana, trening snage (PT), doprineo održavanju BMD lumbalne kičme i proksimalnog femura (total kuka i intertrohanterična regija), dok se kod grupe koja je radila trening jakosti BMD značajno smanjio u istim regijama. Slično istraživanje su radili Bembem i sar. (2000) na uzorku od 25 žena u ranoj postmenopauzi, u periodu od 6 meseci, gde nije došlo do značajnih promena ni u grupi koja je radila trening snage, ni u grupi treninga jakosti, premda su neke ispitanice održale ili povećale BMD merenih regija. S obzirom na veličinu uzorka, dužinu trajanja i dobijene rezultate, naše istraživanje je najbližije prethodno pomenutom. Takođe, paralela se može povući i sa istraživanjem Humphries i sar. (2000) gde je ukupno 64 žene u peri- i postmenopauzi radilo intenzivan trening sa tegovima ili trening hodanja, sa i bez hormonske terapije. Nakon šest meseci, trening nije doprineo značajnoj promeni BMD lumbalne kičme, uprkos značajnom povećanju mišićne snage. Ove rezultate u lumbalnoj kičmi su potvrdili i Maddalozzo i Snow (2000) kod oba pola, te zaključuju da, iako trening sa opterećenjem umerenog do visokog intenziteta stvara sličene promene u mišićima kod starijih odraslih osoba, potrebna je veća magnituda (jačina) za stimulaciju osteogeneze kičme. Povećanje snage mišića ekstenzora leđa ima direktne implikacije na koštanu gustinu kičmene regije. Povećanje snage mišića leđa može izazvati promene u koštanoj gustini lumbalne kičme zbog povećanog stresa na mišiće koji su pripojeni na ovom delu.

Ryan i sar. (2004) su ispitivali uticaj treninga sa opterećenjem kod mladih i starijih muškaraca i žena na mineralni koštani sadržaj (BMC) i gustinu (BMD). Može se primetiti razlika u BMD-u starijih i mlađih osoba, ali rezultati ukazuju da dob i pol ne utiču na reakciju BMD-a na trening sa opterećenjem. Nakon 6 meseci treninga, nisu uočili značajnu promenu u koštanoj gustini celog tela, lumbalne kičme i vrata butne kosti, s tim da je najmanji uticaj imao na starije žene. No, ovakav vid treninga, zaključuje se, može usporiti gubitak koštane mase kod starijih osoba. Ovom studijom su još utvrdili i pozitivnu povezanost koštane gustine

sa anatomski povezanim strukturama, što je suprotno od zaključka Kemmler i sar. (2004); kod postmenopauzalnih žena je uočena povezanost snage potiska donjih ekstremiteta sa BMD vrata femura i snage potiska sa grudi sa BMD lumbalne kičme.

U odnosu na mineralni koštani sadržaj lumbalne kičme, primenjeni program vežbanja nije doprineo značajnoj promeni ovog parametra. Veličina promene se nije pokazala pozitivan smer, odnosno povećanje, kod ispitanica u postmenopauzi, za razliku od ispitanica u premenopauzi. Prema Frostovoj hipotezi, moguće je da vežbe snage koje su bile primenjene nisu bile dovoljnog intenziteta da postignu odgovarajući mehanički prag koji bi podstakao odgovor skeleta i podstakao koštano formiranje na ovom delu tela. Iako kosti mogu reagovati na stimulse visokih frekvenci malih opterećenja (npr 20-60 Hz), osteogeni odgovor se verovatno pojavljuje, u kratkom vremenskom periodu, primenom velikih opterećenja u nekoliko ciklusa. Ovo potvrđuje istraživanje Mosti i sar. (2013) u kojem su pratili uticaj maksimalnog treninga snage, na uzorku od 8 žena u postmenopauzi sa osteopenijom ili osteoporozom, koji uključuje vežbu čučanj, pokazao se kao pozitivan u povećanju 1RM (maksimum podignute težine), brzini razvoja sile, ali i poboljšanju od $2,9 \pm 2,8\%$ mineralnog koštanog sadržaja (BMC) lumbalne kičme.

U našem modelu programa vežbanja su bili uključeni skokovi kao vežba, uz aerobik i vežbe jakosti. Studije koje su rađene na životinjama (Ehrlich i Lanyon, 2002) su proizvele velike osteogene odgovore sa malim ciklusima mehaničkog (opterećenja) naprezanja. Važna karakteristika eksperimenata na životinjama je to što su opterećenja skokovima neobično raspoređena. Skakanje je nesvakidašnja aktivnost za žene koje ne praktikuju aktivnosti visoko-udarnog karaktera. U istraživanju Bassey i sar. (1998), skokovi su primenjivani kao samostalna vežba, i bili su učinkoviti kod žena u premenopauzi, ali ne i postmenopauzi. Slični rezultati su i kod nas, što navodi da bi verovatno intenzitet i obim trebali biti veći da bi doveli do osteogenog odgovora u koštanoj gustini lumbalne kičme.

Vibracioni trening se predlaže kao nova vrsta vežbanja, koji se pokazao kao osteogen na ispitivanjima nad životinjama. Rubin i sar. (2004) sugerišu prednost ove vrste treninga kod žena u postmenopauzi, jer se poboljšao BMD vrata butne kosti za 2,2% i lumbalne kičme za 1,7%, dok Bembien i sar. (2010) nisu došli do pozitivnih rezultata ovih parametara, kombinujući trening sa opterećenjem i vibracioni trening, bez obzira što se povećala mišićna snaga ispitanica.

Nakon realizacije našeg programa vežbanja u trajanju od 6 meseci kod naših ispitanica u postmenopauzi je došlo do smanjenjanije osteodenzitometrijskih parametara vrata butne kosti, ali bez statističke značajnosti (BMC -0,42%, BMD -2,40%, T-sc -18,19%), što ukazuje da je vežbanje održalo koštanu masu vrata butne kosti. Naš trening su činile vežbe aerobika (udarnog karaktera) i vežbe snage, (vežbe sa opterećenjem). Kao što je već spomenuto, prema nekim autorima (Kelley i Kelley (2006), Martin St-James i Carroll (2009), Zhao (2014)) kombinacija ova dva tipa treninga ne utiče na statistički značajno povećanje vrata femura poput samih vežbi udarnog kataktera. Povećanje BMD vrata femura za 6,8% kod žena sa osteopenijom, aerobnim treningom visoko udarnog karaktera su dobili Chien i sar. (2000) u šestomesečnom istraživanju, dok Bravo i sar. (1996) nisu zapazili značajan efekat nakon godinu dana u BMD vrata femura. Ipak, dokazni materijal ukazuje da kombinacija nekoliko vrsti treninga može biti efikasnija za povećanje koštane gustine žena u postmenopauzi, nego bilo koja pojedinačna vrsta treninga, izjavljuju neki autori (Zhao i sar, 2017; Zhao i sar., 2015; Moreira, 2014; Martyn-St James i Carroll, 2009).

Istraživanja koja se bave uticajem treninga na BMD vrata femura kod žena u postmenopauzi objavljivala su različite rezultate. Shaw (1995) je u svojoj disertaciji sagledavala efekte treninga sa opterećenjem (treninga snage) na faktore rizika od pada i psihološke varijable kod postmenopauzalnih žena, starosti od 50-75 godina. Merenje koštane gustine je obavljeno nakon 6 i 9 meseci. Nakon 6 meseci vežbanja, srednja vrednost BMD vrata butne kosti je bila niža nego na početku istraživanja, iako ne statistički značajno, a na poslednjem merenju, nakon 9 meseci, došlo je do povećanja koštane gustine u ovoj regiji do početnih vrednosti. Ovakav trend smanjenja, zatim povećanja koštane gustine vrata femura je objavljeno u nekim istraživanjima sa ispitanicama u premenopauzi. Naši rezultati delom mogu biti objašnjeni dužinom trajanja programa vežbanja. Generalno, za remodelovanje kosti je potrebno minimum 4-6 meseci do 1-2 godine (Kelley i Kelley, 2006). Ispitanice približne starosti, od 57-75 godina, koje ne uzimaju hormonsku terapiju, takođe su bile podvrgnute treningu snage Bocalinia i sar. (2009) u trajanju od 6 meseci, gde je bila naglašena ekscentrična aktivnost mišića. Ekscentrična aktivnost mišića je definisana kao produkcija sile dok se mišić izdužuje. Ispitanice koje su radile ovaj trening su održale BMD vrata femura, jer nije došlo do poboljšanja, a ni statistički značajnog opadanje koštane gustine ove regije, za razliku od grupe koja nije trenirala. Zaključuju da 24-nedeljni trening

snage poboljšava snagu mišića i štiti demineralizaciju kosti kod starijih žena, što je naročito važno za žene koje ne uzimaju terapiju kalcijumom ili hormonima. Ovi rezultati se slažu sa dobijenim rezultatima našeg istraživanja, s tom razlikom što su naše ispitanice bile mlađe dobi, ali, ipak, bliže periodu u kojem je gubitak kosti veći nego u kasnijem dobu. Kim i sar. (2016) su pregledom istraživanja došli do zaključka (primetili) da istraživanja u kojima nije došlo do promene ili je smanjena koštana gustine, vreme trajanja programa vežbanja je trajalo kraće od 12 nedelja.

Rezultatima meta-analize Kelley i Kelley (2006) objavljuju da vežbanje ne poboljšava koštanu gustinu vrata butne kosti kod postmenopauzalnih žena. Njihovi rezultati su u skladu sa većinom originalnih studija u kojima je 79% ishoda na vratu butne kosti prijavljeno da nije statistički značajno, a takvi su rezultati i Bembem i sar. (2010) i Ryan i sar. (1998). Primenjeni treninzi snage (sa opterećenjem) su uticali na povećanje mišićne snage bez istovremenog povećanja koštane gustine merenih regija, odnosno vrata butne kosti, kod žena u ranoj postmenopauzi, a glavni razlog za takav ishod autori navode šestomesečno trajanje studije, odnosno nedovoljno dug period. Takođe, status menopauze ispitanica može uticati na rezultate, s obzirom da je u ranoj menopauzi ubrzan gubitak kosti usled nedostatka estrogena. Održavanje koštane gustine je klinički važno s obzirom na stopu gubitka u ovom periodu. Vincent i Braith. (2002) su prikazali značajno povećanje BMD vrata femura kod starijih muškaraca i žena koji su radili trening sa opterećenjem visokog intenziteta, dok to nije bio slučaj kod osoba koje su radile trening sa malim opterećenjem (malim intenzitetom). Ovo su potvrdili i Kerr i sar. (1996) kod žena u ranoj postmenopauzi, dok kod Brentano i sar. (2008) u periodu od 24 nedelje nije bilo značajne promene u koštanoj gustini ni razlike između grupa koje su radile trening sa velikim opterećenjem, malim opterećenjem i kontrolne grupe, bez obzira na povećanje mišićne snage, i kardiorespiratorne izdržljivosti. Osim veličine opterećenja, Von Stengel i sar. (2005) su u istraživanju obratili pažnju na brzinu izvođenja pokreta sa opterećenjem, gde je eksplozivnost izvođenja doprinela boljoj koštanoj gustini vrata femura, u odnosu na vežbe sa opterećenjem koje se izvode pokretom u sporijem ritmu.

No, ukoliko vežbanje i ne utiče na koštanu gustinu ove regije (i ne doprinesu poboljšanju koštane gustine ove regije), aktivnosti u kojima je opterećenje lokalnog karaktera (vežbe za noge), preporučuju se jer mogu povećati mišićnu snagu, ravnotežu, posturalnu stabilnost, što smanjuje rizik od pada i preloma.

Kod ispitanica u postmenopauzi, vrednosti mineralnog koštanog sadržaja (1,90%) i T-scora (3,15%) merenih na kuku su se poboljšala nakon završetka programa vežbanja, iako ne na statistički značajnom nivou, dok je vrednost koštane gustine ostala nepromenjena, odnosno, apsolutna promena je iznosila 0,001 (0,15%).

Slični rezultati u kuku su dobijeni i primenom maksimalnog treninga snage, koji se sastoji samo od čučnjeva, u kraćem vremenskom periodu kod žena sa osteopenijom ili osteoporozom (Mosti i sar., 2013). Ovo potvrđuje i da vežbe mogu da se osmisle tako da opterećenje bude usmereno na delove tela koji su skloniji gubitku kosti. Uz to, BMD opterećenog dela tela će se poboljšavati sa povećanjem snage mišića toga dela (Bemben i sar., 2000; Ryan i sar., 1998). Upoređujući dva vida treninga snage – veliki intenzitet-mali broj ponavljanja i veliki broj ponavljanja-nisak intenzitet, iako nije bilo značajne promene nakon 6 meseci, povećanje koštane gustine se kretalo u pozitivnom smeru primenom treninga nižeg intenziteta, dok su rezultati bili suprotni primenom treninga visokog intenziteta. (Bemben i sar., 2000). Ove vrste treninga nisu doprinele značajnom poboljšanju koštane mase ni u periodu od godinu dana uz hormonsku terapiju (Pruitt i sar., 1995). Isti cilj istraživanja su imali i Kerr i sar. (1996) na uzorku žena sa deficitom estrogena, međutim, nakon godinu dana, samo grupa koja je radila većim intenzitetom je značajno poboljšala koštanu gustinu trohantera i Wardsovog trougla. S obzirom da snaga mišića korelira sa povećanjem koštane mase kuka na delu gde su primenjene vežbe snage, ukazuju da se mišićnom kontrakcijom prenose sile na mesto pripoja tetive na kost. Moguće da je to razlog što je potrebno više vremena da bi došlo do osteogenog odgovora vrata butne kosti, jer na tom delu ne postoje mišićni pripoji. Ovim potvrđuju i lokalnog odgovora kosti na vežbu. Osim intenziteta, važnost u očuvanju koštane gustine kuka ima i brzina izvođenja pokreta, odnosno eksplozivnost, što su istraživali Von Stengel i sar. (2005). Oba treninga doprinose povećanju snage mišića u sličnom obimu, što je naročito korisno saznanje prilikom osmišljavanja programa vežbanja za žene sa osteopenijom i osteoporozom.

U odnosu na parametre biohemijskih markera koštanog remodelovanja i metabolizma kod ispitanica u postmenopauzi, program vežbanja nije statistički značajno uticao na promene, međutim alkalna fosfataza i osteokalcin doprinose tome da se razlikuju

karakteristike grupe na inicijalnom i finalnom merenju. Uočava se da je nivo alkalne fosfataze niži (-1,43%), a nivo jonskog kalcijuma i fosfora viši na finalnom merenju (Ca^{++} 3,55%, P 8,71%) ali bez statističke značajnosti. Nivo oba markera koštanog remodelovanja, osteokalcina i beta-crosslapsa je viši na finalnom merenju (OC 2,63%, CTX 13,54%). Povišen nivo markera koštanog remodelovanja ukazuje da je remodelovanje kosti povećano ali bez statističke značajnosti. Alkalna fosfataza, beta-crosslaps i osteokalcin su se pokazali kao najdiskriminativniji parametri u razlikovanju grupe na inicijalnom i finalnom merenju. Vincent i Braith (2002) su došli do rezultata da trening niskog i visokog intenziteta značajno utiču na povećanje nivoa osteokalcina i specifične za kost alkalne fosfataze. Marker resorpcije serumski piridinolin (PYD) se nije neznajno povećao u grupi treninga nižeg intenziteta, a neznajno smanjio u treningu visokog intenziteta. Oni smatraju da je period od 6 meseci kratak period da bi se moglo uvideti da li se remodelovanje kosti odvija u fazi razgradnje ili izgradnje, te da bi merenje biohemijskih markera trebalo služiti kao prediktor za kasnije merenje mineralne koštane gustine. Tendencija za povećanjem osteokalcina, u grupi postmenopausalnih žena, dobili su i Bemben i sar. (2000) u grupi treninga snage, jakosti i kontrolnoj grupi, a tokom istraživanja ispitanice su dobijale suplementaciju kalcijumom. Prema njihovom zaključku, relativno povećanje osteokalcina je povezano sa povećanjem koštane gustine kuka, dok povećanje nivoa CTx prati smanjenje koštane gustine kuka. U istraživanju Ryan i sar. (1998) NTx, kao marker resorpcije, je imao tendenciju da se poveća, iako ne značajno, dok su osteokalcin i alkalna fosfataza specifična za kost ostali nepromenjeni, nakon treninga snage.

Yamazaki i sar. (2004) su godinu dana pratili markere koštanog remodelovanja, uz hodanje na otvorenom prostoru, 4 puta nedeljno intenzitetom 50% od $\text{VO}_{2\text{max}}$, kod žena sa osteopenijom i osteoporozom. Ispitanice su dobijale i suplementaciju kalcijumom od 800 mg na dan. Nivo NTx, kao markera resorpcije, smanjio se značajno nakon tri meseca, da bi se u šestom i devetom mesecu povećao nivo, ali ne značajno, te opet smanjio nakon godinu dana. Osteokalcinu se povećavao nivo do trećeg meseca, da bi se nakon toga naglo snizio nivo u šestom mesecu praćenja i do kraja neznajno oscilirao. Nivo alkalne fosfataze specifične za kost nakon prvog meseca se konstantno snižavao do kraja istraživanja.

Vežbe u vodi, poput intenzivnog akvarobika, mogu da budu siguran i efikasan način za očuvanje koštane mase, zaključuju Fernandes – Moreira i sar. (2014) nakon 24 nedelje

istraživanja sa ženama u postmenopauzi. Koštana gustina trohantera akvarobik grupe je održana, a smanjena u kontrolnoj grupi; nivo beta-crosslapsa kao markera resorpcije povećao se u obe grupe, ali mnogo manje u akvarobik grupi, dok se PINP, kao marker formiranja, povećao samo u grupi koja je vežbala akvarobik. Obe grupe su dobijale suplementaciju kalcijuma i vitamina D.

Vežbanje utiče na koštanu masu menjajući ravnotežu između formiranja i resorpcije kosti. Međutim, intervencije vežbi koje povećavaju koštanu masu ne dovode uvek do promena koje se mogu prepoznati prema biohemijskim markerima koštanog remodelovanja u serumu pre i nakon intervencije.

Standardni protokol za određivanje markera koštanog remodelovanja u serumu podrazumeva merenje na prazan stomak i nakon 24 do 48 sati od treninga (Rogers i sar., 2011, Maïmoun i Sultana, 2011) da bi se smanjila intraindividualna, interindividualna i biološka varijabilnost. Stoga je moguće da protokol za određivanje markera remodelovanja sprečava prepoznavanje efekta treninga. Ispitanice koje su učestvovalе u našem istraživanju su samostalno odlazile u laboratoriju da bi se izvadilo uzorak krvi. Usklađivale su odlazak u laboratoriju sa svakodnevnim obavezama, te je moguće da je došlo do nepoštovanja discipline koje je trebalo da se pridržavaju. Tako je kod nekoliko ispitanica kojima je uzet uzorak krvi pre isteka 48 sati od poslednjeg vežbanja primećen veoma visok nivo beta-crosslapsa na finalnom merenju u odnosu na inicijalno.

S obzirom na različite zaključke autora iz dostupne literature, ne može se sa sigurnošću tvrditi koji oblik i intenzitet vežbi je najefikasniji za poboljšanje koštane mase određene regije tela u slučaju grupno vođenih programa vežbanja.

9 ZAKLJUČCI

1. Nakon realizacije našeg programa vežbanja, kod ispitanica je utvrđeno smanjenje mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme, mineralne koštane gustine lumbalne kičme i vrata butne kosti, a povećanje mineralnog koštanog sadržaja vrata butne kosti, mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine kuka, međutim promene nisu na statistički značajnom nivou.
2. U odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja, nakon realizacije našeg programa vežbanja nivo osteokalcina (OC) je bio niži, a beta-crosslapsa (CTX) viši kod ispitanica, ali ne na statistički značajnom nivou. U odnosu na biohemijske markere koštanog metabolizma, naš program vežbanja je statistički značajno uticao na smanjenje nivoa ukupne alkalne fosfataze (ALP) ispitanica, dok povećan nivo fosfora (P) i kalcijuma jonskog (Ca^{++}), koje je utvrđen, nije statistički značajan.
3. Nakon realizacije našeg programa vežbanja, ispitanice u premenopauzi su imale veće vrednosti koštane gustine vrata butne kosti nego ispitanice u postmenopauzi na statistički značajnom nivou. Naš program vežbanja nije uticao na statistički značajnu razliku između ispitanica u premenopauzi i postmenopauzi u ostalim merenim osteodenzitometrijskim parametarima.
4. U odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja, nakon našeg programa vežbanja ispitanice u premenopauzi imaju statistički značajno niži nivo beta-crosslapsa nego ispitanice u postmenopauzi. Razlika u uticaju programa vežbanja između grupa se ogleda tako što se vrednosti beta-crosslapsa kod ispitanica u premenopauzi smanjuju, a kod ispitanica u postmenopauzi se povećavaju. Nije utvrđena statistički značajna razlika

uticaja našeg programa vežbanja između ispitanica u pre- i postmenopauzi u ostalim merenim parametrima koštanog remodelovanja, niti parametrima koštanog metabolizma.

5. Nakon našeg istraživanja (programa vežbanja), kod ispitanica u premenopauzi utvrđeno je povećanje mineralnog koštanog sadržaja lumbalne kičme, vrata butne kosti i kuka, koštane gustine kuka, a smanjenja koštane gustine lumbalne kičme i vrata butne kosti, ali promene nisu na statistički značajnom nivou.
6. Nakon našeg programa vežbanja, kod ispitanica u premenopauzi se smanjio nivo biohemijskih markera koštanog remodelovanja, osteokalina i beta-crosslapsa. U odnosu na markere koštanog metabolizma, povećao se nivo kalcijuma jonskog i fosfora, dok se smanjio nivo ukupne alkalne fosfataze. Međutim, promene u parametrima koštanog remodelovanja i metabolizma kod naših ispitanica u premenopauzalnom periodu nisu statistički značajne.
7. Nakon realizacije našeg programa vežbanja, kod ispitanica u postmenopauzi vrednosti mineralnog koštanog sadržaja i koštane gustine mereni na lumbalnoj kičmi i vratu butne kosti su se smanjile, dok su se povećale vrednosti istih parametara mereni na kuku. Ni jedna navedena promena vrednosti osteodenzitometrijskih parametara nije bila statistički značajna.
8. Nakon našeg programa vežbanja nivo biohemijskih markera koštanog remodelovanja ispitanica u postmenopauzi, osteokalina i beta-crosslapsa se povećao, ali ne na statistički značajnom nivou. U odnosu na biohemijske markere koštanog remodelovanja, nivo alkalne fosfataze se smanjio, a povećao nivo kalcijuma jonskog, ali bez statističke značajnosti.

9. Na osnovu rezultata našeg istraživanja, preporuka je da fizička aktivnost treba da bude individualizovana, odnosno, da se odredi vrsta, intenzitet i obim fizičke aktivnosti da bi se očuvala ili čak i poboljšala koštana snaga. Sa ovako doziranom fizičkom aktivnošću svakako treba početi što ranije te da traje u kontinuitetu što duže.

10 LITERATURA

1. Ackerman, K.E., Nazem, Chapko, D., Russell, M., Mendes, N., Taylor, A.P., Bouxsein, M.L.T., Misra, M. (2011). Bone Microarchitecture Is Impaired in Adolescent Amenorrheic Athletes Compared with Eumenorrheic Athletes and Nonathletic Controls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(10): 3123-3133.
2. Adami, S., Bertoldo, F., Braga, V., Fracassi, E., Gatti, D., Gandolini, G., Minisola, S., Battista Rini, G. (2009). 25-hydroxyvitamin D levels in healthy postmenopausal women: association with bone turnover markers and bone mineral density. *Bone*, 45(3):423-426.
3. Adami, S., Gatti, D., Viapiana, O., Fiore, C.E., Nuti, R., Luisetto, G., Ponte, M., Rossini, M. (2008). Physical activity and bone turnover markers: a cross-sectional study and a longitudinal study. *Calcif Tissue Int*, 83:388–392.
4. Ahola, R., Korpelainen, R., Vainiinpää, A., Leppaluoto, J., Jamsa, T. (2009). Time-course of exercise and its association with 12-month bone changes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10(138): 1471-2474.
5. Anderson, J.J.B., Garner, S.C. (1996). *Calcium and Phosphorus in Health and Disease*. CRS Press, New York.
6. Ashe, M.C., Liu-Ambrose, T.Y.L., Cooper, D.M.L., Khan, K.M., McKay, H.A. (2008). Muscle power is related to tibial bone strength in older women. *Osteoporos Int*, 19:1725-1732.
7. Bachrach, L.K. (2001). Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence. TRENDS in *Endocrinol Metab*, 12(1):22–28.
8. Bailey, A., Brooke-Wavell, K. (2010). Optimum frequency of exercise for bone health: randomised controlled trial of a high-impact unilateral intervention, *Bone*, 46(4):1043–1049.
9. Bailey, D. (1997). The Saskatchewan bone mineral accrual study: Bone mineral acquisition during the growing years. *Int J Sports Med*, 18(Suppl 3):S191–194.
10. Banfi, G., Lomardi, G., Colombini, A., Lippi, G. (2010). Bone metabolism markers in sports medicine. *Sports Med*, 40: 697–714.

11. Bansal, V.K. (1990). Serum inorganic phosphorus. In: Walker, H.K., Hall, W.D. Hurst. J.W. *Clinical methods: the history, physical and laboratory examinations*. 3rd ed. Boston: Butterworths, 198:895-9.
12. Baran, D., Sorensen, A., Grimes, J., Lew, R., Karellas, A., Johnson, B., Roche, J. (1990). Dietary modification with dairy products for preventing vertebral bone loss in premenopausal women: a three-year prospective study. *J Clin Endocrinol Metab*, 70(1):264-70.
13. Basat, H., Esmaeilzadeh, S., Eskiyurt, N. (2013). The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 26(4): 427-35.
14. Bassej, E.J., Rothwell, M.C., Littlewood, J.J., Pye, D.W. (1998). Pre- and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise. *J Bone Miner Res*, 13:1805–1813.
15. Bassej, E., Ramsdale, S. (1994). Increase in femoral bone mineral density in young women following high impact exercise. *Osteoporos Int*, 4:72–5.
16. Bemben, D.A., Palmer, I.J., Bemben, M.G., Knehans, A.W. (2010). Effects of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. *Bone*, 47(3):650-6.
17. Bemben, D.A., Feters, N.L., Bemben, M.G., Nabavi, N., Koh, E.T. (2000). Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med. Sci. Sports Exerc*, 32(11): 1949–1957.
18. Bennell, K.L., Malcolm, S.A., Khan, K.M., Thomas, S.A., Reid, S.J., Brukner, P.D., Ebeling, P.R., Wark, J.D. (1997). Bone mass and bone turnover in power athletes, endurance athletes, and controls: a 12-month longitudinal study. *Bone*, 20:477-84.
19. Bérard, A., Bravo, G., Gauthier, P. (1997). Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int*, 7(4):331-7.
20. Bermon, S., Ferrari, P., Bernard, P., Altare, S., Dolisi, C. (1999). Responses of total and free insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor binding protein-3 after resistance exercise and training in elderly subjects. *Acta Physiol Scand*, 65:51–56.

21. Beverly, M.C., Rider, T.A., Evans, M.J., Smith, R. (1989). Local bone mineral response to brief exercise that stresses the skeleton. *Br Med J*, 299:233–235.
22. Boban, A. (2011) *Metabolizam kosti u bolesnika s hemofilijom*. Doktorska disertacija. Zagreb: Medicinski fakultet.
23. Bocalini, D.S., Serra, A.J., dos Santos, L., Murad, N., Levy, R.F. (2009). Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. *J Aging Health*, 21(3):519-27.
24. Botella, S., Restituto, P., Monreal, I., Colina, I., Calleja, A., Varo, N. (2013). Traditional and novel bone remodeling markers in premenopausal and postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*, 98(11):E1740-8.
25. Brahim, H., Piehl-Aulin, K., Ljunghall, S. (1996). Biochemical markers of bone metabolism during distance running in healthy, regularly exercising man and women. *Scand J Med Sci Sports*, 6:26-30.
26. Bravo, G., Gauthier, P., Pierre-Michel, R., Payette, H., Gaulin, P., Harvey, M., Peloquin, L, Dubios, M.F. (1996). Impact of a 12-Month Exercise Program on the Physical and Psychological Health of Osteopenic Women. *JASG*, 44:756-762.
27. Brentano, M.A., Cadore, E.L., Da Silva, E.M., Abrosini, A.B., Coertjens, M., Petkovicz, R., Viero, I., Krueel, L.F.M. (2008). Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J Strength Cond Res*, 22(6):1816–1825.
28. Bubanj, S., Obradović, B. (2002). Mechanical force and bones density. *Facta Universitatis: Physical Education and Sport*, 1(9): 37-50.
29. Bullough P. (1992). *Atlas of orthopaedic pathology*. New York: Gower Medical Publishing.
30. Chien, M.Y., Wu, Y.T., Hsu, A.T., Yang, R.S., Lai, J.S. (2000). Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*, 67(6):443-8.
31. Chopin, F., Birer, E., Funck-Brentano, T., Bouvard, B., Coiffier, G., Gornero, P., Thomas, T. (2012). Prognostic interest of bone turnover markers in the management of postmenopausal osteoporosis. *Joint Bone Spine*, 79(1):26-31.

32. Christgau S., Bitsch-Jensen, O., Hanover Bjarnason, N., Gamwell Henriksen, E., Qvist, P., Alexandersen, P., Bang Henriksen, D. (2000). Serum CrossLaps for monitoring the response in individuals undergoing antiresorptive therapy. *Bone*, 26:505–11.
33. Čepelak, I., Čvorišćec, D. (2009). Biokemijski biljezi pregradnje kostiju – pregled. *Biochemia Medica*, 19(1):17–35.
34. Dawson-Hughes, B., Harris, S., Dallal, G.E. (1991). Serum ionized calcium, as well as phosphorus and parathyroid hormone, is associated with the plasma 1,25-dihydroxyvitamin D3 concentration in normal postmenopausal women. *Journal of bone and mineral research*, 6(5):461-468.
35. Dishman, R.K. (Ed.) (1988). *Exercise adherence: Its impact on public health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
36. Doblare, M. and J.M. Garcia. (2002). Anisotropic bone remodelling model based on a continuum damagerepair theory. *Journal of Biomechanics*, 35(1): p. 1-17.
37. Dornemann, T.M., McMurray, R.G., Renner, J.B., Anderson, J.J. (1997). Effects of high-intensity resistance exercise on bone mineral density and muscle strength of 40-50-year-old women. *J Sports Med Phys Fitness*, 37(4):246-51.
38. Đudarić, L., Zoričić Cvek, S., Cvijanović, O., Fužinac-Smojver, A., Čelić, T., Martinović, D. (2014). Osnove biologije koštanog tkiva. *Medicina fluminensis*, 50 (1): 21-38.
39. Eastell, R., Garnero, P., Audebert, C., Cahall, D.L. (2012). Reference intervals of bone turnover markers in healthy premenopausal women: Results from a cross-sectional European Study. *Bone*, 50(5):1141-1147.
40. Ehrlich, P. J. and Lanyon, L. E. (2002). Mechanical Strain and Bone Cell Function: A Review. *Osteoporos Int*, 13:688–700.
41. Elders, P.J., Netelenbos, J.C., Lips, P., van Ginkel, F.C., Khoe, E., Leeuwenkamp, O.R., Hackeng, W.H., van der Stelt, P.F. (1991). Calcium supplementation reduces vertebral bone loss in perimenopausal women: a controlled trial in 248 women between 46 and 55 years of age. *J Clin Endocrinol Metab*, 73(3):533-40.

42. Erjavec, I. (2014). *Utjecaj serotoninemije na metabolizam koštane pregradnje* [Effect of serotoninemia on bone remodeling metabolism]. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
43. Ermin, K., Owens, S., Ford MA., Bass, M. (2012). Bone Mineral Density of Adolescent Female Tennis Players and Nontennis Players. *Journal of Osteoporosis*.
44. Fellmann N. (1992). Hormonal and plasma volume alterations following endurance exercise. A brief review. *Sports Med*, 13:37-49.
45. Fernandes Moreira, L.D., Cerveira, F., dos Santos, R.N., Zach, P.L., Kunii, I.S., Hayashi, L.F., Teixeira L.R., Krueel, L.F., Castro, M.L. (2014). The benefits of a high-intensity aquatic exercise program (HydrOS) for bone metabolism and bone mass of postmenopausal women. *J Bone Miner Metab*, 32:411–419.
46. Fraher, L. (1993). Biochemical markers of bone turnover. *Clin Biochem*, 26:431–432.
47. Frost, H.M. (1987). Bone ‘mass’ and the ‘mechanostat’. *Anat Rec*, 219:1–9.
48. Frost, H.M. (1964). *The laws of bone structure*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
49. Garnero, P., Borel, O., Delmas, P.D. (2006). Evaluation of a fully automated serum assay for C-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen in osteoporosis. *Clin Calcium*, 6(9):1451-56.
50. Garnero P. (2000). Markers of bone turnover for the prediction of fracture risk. *Osteoporos Int*, 11(suppl 6):S55–S65.
51. Gentili, C., Cancedda, R. (2009). Cartilage and bone extracellular matrix. *Curr Pharm Des*, 15: 1334-48.
52. Hannan, M.T., Felson, D.T., Dawson-Hughes, B., Tucker, K.L., Cupples, L.A., Wilson, P.W.F., Kiel, D.P. (2000). Risk factors for longitudinal bone loss in elderly men and women: The Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res*, 15:710-720.
53. Hannon, R., Eastell, R. (2000). Preanalytical Variability of Biochemical Markers of Bone Turnover. *Osteoporos Int*, 6:30-44.
54. Hansen, B.M., Tucker, L.A. (2016). Fitness and bone density in women: the role of age, weight, calcium, vitamin D, and menopause. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(9):1047-59.

55. Hara, S., Yanagi, H., Amagai, H., Endoh, K., Tsuchiya, S., Tomura, S. (2011). Effect of Physical Activity During Teenage Years, Based on Type of Sport and Duration of Exercise, on Bone Mineral Density of Young, Premenopausal Japanese Women. *Calcif Tissue Int*, 68: 23-30.
56. Hinton, P.S., Rector, R.S., Linden, M.A., Warner, S.O., Dellsperger, K.C., Chockalingam, A., Whaley-Connell, A.T., Liu, Y., Thomas, T.R. (2012). Weight-loss associated changes in bone mineral density and bone turnover after partial weight
57. Hla, M. M., Davis, J. W., Ross, P. D., Yates, A. J., Wasnich, R. D. (2001). The Relation Between Lifestyle Factors and Biochemical Markers of Bone Turnover Among Early Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 68:291-296.
58. Ho, S. C., Chan, S. G., Yip, Y. B., Chan, C. S. Y., Woo, J. L. F., Sham, A. (2008). Change in bone mineral density and its determinants in pre- and perimenopausal Chinese women: the Hong Kong perimenopausal women osteoporosis study. *Osteoporos Int*, 19:1785–1796.
59. Humphries, B., Newton, R.U., Bronks, R., Marshall, S., McBride, J., Triplett-McBride, T., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Humphries, N. (2000). Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Med Sci Sports Exerc*, 32(6):1043-50.
60. Janz, K., Burns, T., Levy, S., Torner, J., Willing, M.C., Beck, T., Gilmora, J.M., Marshall, T.A. (2004). Everyday activity predicts bone geometry in children: The Iowa bone development study. *Med Sci Sports Exerc*, 36(7):1124–1131.
61. Javaid, M.K., Cooper, C. (2002). Prenatal and childhood influences on osteoporosis. *Best Pract Res Clin Endocrinol Merab*, 16: 349-67.
62. Johnell, O., Kanis, J.A. (2006). An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*, 17:1726.
63. Jones, J.L., Clemmons, D.R. (1995). Insulin-like growth factors and their binding proteins: biological actions. *Endocrine Rev*, 16:3–34.
64. Judex, S., Carlson, K.J. (2009). Is bone's response to mechanical signals dominated by gravitational loading? *Med Sci Sports Exerc*, 41: 2037-2043.
65. Judex, S., Rubin, C. (2010). Mechanical influences on bone mass and morphology. In: Adler, R.A., editor. *Osteoporosis: Humana Press*, 181-205.

66. Jurimae, J., Purge, P., Jurimae, T., von Duvillard, S.P. (2006). Bone metabolism in elite male rowers: adaptation to volume-extended training. *Eur J Appl Physiol*, 97:127-32.
67. Kanis, J.A. World Health Organization Scientific Group. (2007). *Assessment of osteoporosis at the primary health care level Technical Report*. Sheffield, United Kingdom: World Health Organization Collaborating Centre for Metabolic Bone Diseases.
68. Karlsson, M.K., Nordqvist A., Karlsson, C. (2008). *Physical activity increases bone mass during growth*. Clinical and Osteoporosis Research Unit, Malmö.
69. Karlsson, M.K., & Rosengren, B.E. (2012). Training and bone – From health to injury. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22, 15–23.
70. Kelley, G.A. (1998) Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analytic review of randomized trials. *Am J Phys Med Rehab*, 77(1):76–87.
71. Kelley, G.A., Kelley, K.S. (2004). Efficacy of resistance exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *J Womens Health (Larchmt)*, 13(3):293-300.
72. Kelley, G.A., Kelley, K.S. (2006). Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women: a meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. *Am J Obstet Gynecol*, 194: 760-767.
73. Kelley, G.A., Kelley, K.S., Kohrt, W.M. (2013). Exercise and bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Endocrinol*, 2013:741639.
74. Kelley, G.A., Kelley, K.S., Kohrt, W.M. (2012). Effects of ground and joint reaction force exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13:177.
75. Kelley, G.A., Kelley, K.S., Tran, Z.V. (2002). Aerobic exercise and regional bone mineral density in women: A meta-analysis of controlled trials. *Am J Med Sport*, 4:427-452.

76. Kemmler, W., Engelke, K., Lauber, D., Weineck, J., Hensen, J., Kalender, W. (2002). Exercise effects on fitness and bone mineral density in early postmenopausal women: 1-year EFOPS results. *Med. Sci. Sports Exerc*, 34(12): 2115–2123.
77. Kemmler, W., Weineck, J., Kalender, W.A., Engelke, K. (2004). The effect of habitual physical activity, non-athletic exercise, muscle strength, and VO₂max on bone mineral density is rather low in early postmenopausal osteopenic women. *J Musculoskel Neuron Interact*, 4(3):325-334.
78. Kerr, D., Morton, A., Dick, I., Prince, R. (1996). Exercise Effects on Bone Mass in Postmenopausal Women Are Site-Specific and Load-Dependent. *J Bone Miner Res*, 11:218-225.
79. Kim, S.J., Bemben, M.G., Knehans, A.W., Bemben, D.A. (2015). Effects of an 8-Month Ashtanga-Based Yoga Intervention on Bone Metabolism in Middle-Aged Premenopausal Women: A Randomised Controlled Study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14: 756-768.
80. Kim, J.E., Moon, H., Jin, H.M. (2016). The effects of exercise training and type of exercise training on changes in bone mineral density in Korean postmenopausal women: a systematic review. *J Exerc Nutrition Biochem*, 20(3):007-015.
81. Kim, K.Z., Shin, A., Lee, J., won Myung, S-K., Kim, J. (2012). The Beneficial Effect of Leisure-Time Physical Activity on Bone Mineral Density in Pre- and Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 91:178–185.
82. Kohrt, W.M., Barry, D.W., Schwartz, R.S. (2009). Muscle forces or gravity: What predominates mechanical loading on bone? *Med Sci Sports Exerc*, 41(11): 2050-2055.
83. Kohrt, W.M., Little, K.D., Nelson, M.E., Yingling, V.R. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc.*, 36(11):1985-96.
84. Kohrt, W.M., Ehsani, A.A., Birge, S.J.Jr. (1997). Effects of exercise involving predominantly either joint-reaction or ground-reaction forces on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res*, 12 (8): 1253-1261.
85. Kohrt, W.M., Snead, D.B., Slatopolsky, E., Birge, S.J. Jr. (1995). Additive effects of weight-bearing exercise and estrogen on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res*, 10(9):1303-11.

86. Korpelainen, R., Keina nen-Kiukaanniemi, S., Heikkinen, J., Väänänen, K., Korpelainen, J. (2006). Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int*, 17: 109–118.
87. Kuhn-Spearing, L., Rey, C., Kim, H.M., Glimcher, M.J. (1996). Carbonated apatite nanocrystals of bone. In: Bourell DL, editor. *Synthesis and processing of nanocrystalline powder*. The Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, PA, USA.
88. Landis WJ. (1995). The strength of a calcified tissue depends in part on the molecular structure and organization of its constituent mineral crystals in their organic matrix. *Bone*, 16: 533–44.
89. Lanyon, L.E. (1984). Functional strain as a determinant for bone remodeling. *Calcif Tissue Int*, 36(Suppl 1):S56–S61.
90. Leall, P.T., Muresu, F., Mells, A., Ruggiu, A., Zachos, A., Doria, C. (2011). Skeletal fragility definition. *Clin Cases Miner Bone Metab*, 8(2):11-3.
91. Leder, H., Jurčević Lulić, T. (2013). *Pregled modela koštane pregradnje*. Peti susret Hrvatskog društva za mehaniku, 107 – 112.
92. Leib, E.S., Lewiecki, E.M., Binkley, N., Hamdy, R.C. (2004). Official positions of the International Society for Clinical Densitometry. *J Clin Densitom*, 7:1-5.
93. Lohman, T., Going, S., Pamentier, R., Hall, M., Boyden, T., Houtkooper, L., Ritenbaugh, C., Bare, L., Hill, A., Aickin, M. (1995). Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: a randomized prospective study. *J Bone Miner Res*, 10(7):1015-24.
94. Maddalozzo, G.F., Snow, C.M. (2000). High intensity resistance training: effects on bone in older men and women. *Calcif Tissue Int*, 66(6):399-404.
95. Maïmouna, L., Sultana, C. (2011). Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism Clinical and Experimental*, 60:373–388.
96. Majkić-Singh, N. (2006). *Biohemijski pokazatelji oboljenja kostiju*. Medicinska Biohemija, Drugo izdanje, DMBS, SPRINT Beograd; 545–61.

97. Marshall, D., Johnell, O., Wedel, H. (1996). Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *Br J Med*, 312:1254–1259.
98. Martyn-St James, M., Carroll, S. (2010). Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis. *J Bone Miner Metab*, 28 (3): 251-267.
99. Martyn-St James M, Carroll S. (2009). A meta-analysis of impact exercise on postmenopausal bone loss: the case for mixed loading exercise programmes. *Br J Sports Med*, 43:898–908.
100. Marwaha, R.K., Puri, S., Tandon, N., Dhir, S., Agarwal, N., Bhadra, K., Saini, N. (2011). Effect of sports training & nutrition on bone mineral density in young Indian healthy females. *The Indian Journal of Medical Research*. 134(3): 307-313.
101. McCulloch, R.G., Baily, D.A., Houston, C.S., Dodd., B.L. (1990). Effects of physical activity, dietary calcium intake, and selected lifestyle factors on bone density in young women. *Canadian Medical Association Journal*, 142, 221-32.
102. McDermott, M.T., Christensen, R.S., Lattimer, J. (2001). The effects of region specific resistance and aerobic exercises on bone mineral density in premenopausal women. *Mil Med*, 166(4):318-21.
103. Međedović, B., Romanov, R., Đokić, Z., Ahmetović, Z. (2015). Fizička aktivnost i mineralna gustina kostiju. *TIMS Acta*, 9:63-74
104. Mikalački, M. (2005). *Sportska rekreacija*. Novi Sad, Fskultet fizičke kulture.
105. Milinković, N. (2014). *Značaj određivanja biomarkera resorpcije i stvaranja kostiju kod pacijenata sa krajnjim stadijumom bolesti bubrega*. Doktorska disertacija. Beograd: Farmaceutski fakultet.
106. Mohr, M., Helge, E.W., Petersen, L.F., Lindenskov, A., Weihe, P., Mortensen., Jørgensen, N.R., Krstrup, P. (2015). Effects of soccer vs swim training on bone formation in sedentary middle-aged women. *Eur J Appl Physiol*, 115:2671–2679.
107. Moreira, L.D., Oliveira, M.L., Lirani-Galvão, A.P., Marin-Mio, R.V., Santos, R.N., Lazaretti-Castro, M. (2014). Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol*, 58: 514-522.

108. Morseth, B., Emaus, N., Jørgensen, L. (2011). Physical activity and bone: The importance of the various mechanical stimuli for bone mineral density. A review. *Norsk Epidemiologi*, 20 (2): 173-178.
109. Mosti, M.P., Kaehler, N., Stunes, A.K., Hoff, J., Syversen, U. (2013). Maximal strength training in postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia. *J Strength Cond Res*, 27(10):2879-86.
110. Muir, J.M., Ye, C., Bhandari, M., Adachi, J.D., Thabane, L. (2013). The effect of regular physical activity on bone mineral density in post-menopausal women aged 75 and over: a retrospective analysis from the Canadian multicentre osteoporosis study. *BMC Musculoskeletal*, 14: 253.
111. Nakata, Y., Ohkawara, K., Lee, D.J., Okura, T., Tanaka, K. (2008). Effects of additional resistance training during diet-induced weight loss on bone mineral density in overweight premenopausal women. *J Bone Miner Metab*, 26(2):172-177.
112. National Institutes of Health Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center: *Osteoporosis: peak bone mass in women*. National Institutes of Health, Bethesda, MD, 2012.
113. Nelson, M.E, Yingling, V.R., Kohrt, W.M., Little, K.D. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc. American College of Sports Medicine*, 36(11): 1985-96.
114. NIH consensus statements. (2000). *Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy*, 17(1): 1-45.
115. North American Menopause Society. (2010). Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2010 position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*, 17(1):25-54.
116. Novaković-Paro, J. (2013). *Uticaj nivoa vitamina D na parametre metabolizma kosti u žena sa postmenopauzalnom osteoporozom*. Doktorska disertacija. Medicinski fakultet. Novi Sad.
117. Novaković-Paro, J., Bajkan, I., Ičin, T., Vuković, B., Nikolić, S., Kovačev, N., Medić-Stojanoska, M., Kovačev-Zavišić, B. (2012). Osteoporoza i frakture. *Medicina danas*, 11 (1-3): 30-34.

118. Pasco, J.A., Holloway, K.L., Brennan-Olsen, S.L., Moloney, D.J., Kotowicy, M.A. (2015). Muscle strength and areal bone mineral density at the hip in women: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16:124.
119. Pintar – Marković, Lj. (1996). Prevencija osteoporoze – program vježba za žene nakon menopauze. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*, 13:3-4.
120. Pruitt, L.A., Taaffe, D. R., Marcus, R. (1995). Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res*. 10:1788–95.
121. Pruitt, L.A., Jackson, R.D., Bartels, R.L., Lehnhard, H.J. (1992). Weight-training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *J Bone Miner Res*, 7(2):179-85.
122. Recker, R., Lappe, J., Davies, K., Avies, K., Heaney, R. (2000). Characterization of Perimenopausal Bone Loss: A Prospective Study. *Journal of bone and mineral research*, 15(10)1965-1973.
123. Recker, R.R., Lappe, J.M., Davies, K.M., Kimmel, D.B. (1992). Change in bone mass immediately before menopause. *J Bone Miner Res*, 7(8):857-62.
124. Recker, R.R., Saville, P.D., Heaney, R.P. (1977). The effect of estrogens and calcium carbonate on bone loss in postmenopausal women. *Ann Intern Med*, 87:649–655.
125. Rector, R.S., Loethen, J., Ruebel, M., Thomas, T.R., Hinton, P.S. (2009). Serum markers of bone turnover are increased by modest weight loss with or without weight bearing exercise in overweight premenopausal women. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(5):933-941.
126. Rho, J., Kuhn-Spearing, L., Zioupos, P. (1998). Mechanical Properties and the Hierarchical Structure of Bone. *Medical Engineering & Physics*, 20.
127. Riggs, B.L., Wahner. H.W., Dunn, W.L., Mazess, R.B., Offord, K.P., Melton, L.J. (1981). Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging: relationship to spinal osteoporosis. *J Clin Invest*, 67(2):328-35.
128. Rikkonen, T., Tuppurainen, M., Kröger, H, Jurvelin, J., Honkaken, R. (2006). Distance of walking in childhood and femoral bone density in perimenopausal women. *Eur J Appl Physiol*, 97: 509-515.

129. Rockwell, J.C., Sorensen, A.M., Baker, S., Leahey, D., Stock, J.L., Michaels, J. Baran, D.T. (1990). Weight Training Decreases Vertebral Bone Density in Premenopausal Women: A Prospective Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 71(4): 988-993.
130. Roghani, T., Torkaman, G., Movassegh, S., Hedayati, M., Goosheh, B., Bayat, N. (2013). Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatol Int*, 33:291–298.
131. Rosen, C.J., Chesnut, C.H., Mallinak, N.J.S. (1997). The Predictive Value of Biochemical Markers of Bone Turnover for Bone Mineral Density in Early Postmenopausal Women Treated with Hormone Replacement or Calcium Supplementation. *J Clin Endocrinol Metab*, 82: 1904–1910.
132. Rubin, C., Recker, R., Cullen, D., Ryaby, J., McCabe, J., McLeod, K. (2004). Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *J Bone Miner Res*, 19:343-351.
133. Rubin, C.T., Lanyon, L.E. (1984). Dynamic strain similarity in vertebrates: an alternative to allometric limb bone scaling. *J Theor Biol*, 107:321–7.
134. Russo, C.R. (2009). The effects of exercise on bone. Basic concepts and implications for the prevention of fractures. Mini-review. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 6(3): 223-228.
135. Ryan, A.S., Ivey, F.M., Hurlbut, D.E., Martel, G.F., Lemmer, J.T., Sorkin, J.D., Metter, E.J., Fleg, J.L., Hurley, B.F. (2004). Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. *Scand J Med Sci Sports*, 14(1):16-23.
136. Ryan, A.S., Treuth, M.S., Hunter, G.R., Elahi, D. (1998). Resistive Training Maintains Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 62:295–299.
137. Ryan, AS., Treuth, MS., Hunter, GR., Elahi, D. (1997). Resistive Training Maintains Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 62:295–299.
138. Ryan, A.S., Treuth, M.S., Rubin, M.A., Miller, J.P., Nicklas, B.J., Landis, D.M., Pratley, R.E., Libanati, C.R., Gundberg, C.M., Hurley, B.F. (1994). Effects of strength

- training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. *J Appl Physiol*, 77: 1678–1684.
139. Seeman, E. (2006). Bone quality--the material and structural basis of bone strength and fragility. *N Engl J Med.*, 354(21): 2250-61.
 140. Seibel, M.J. (2005). Biochemical markers of bone turnover. I. Biochemistry and variability. *Clin Biochem Rev*, 26: 97–122.
 141. Shaw, J.M. (1995). The Effects of Resistance Training on Fracture Risk and Psychological Variables in Postmenopausal Women. Doktorska disertacija. Oregon State University.
 142. Singh, J.A., Schmitz, K.H., Petit, M.A. (2009). Effect of resistance exercise on bone mineral density in premenopausal women. *Joint Bone Spine*, 76:273-280.
 143. Skerry, T.M. (2008). The response of bone to mechanical loading and disuse: fundamental principles and influences on osteoblast/osteocyte homeostasis. *Arch Biochem Biophys*, 473 (2): 117-123.
 144. Snow-Harter, C., Bouxsein, M.L., Lewis, B.T., Carter, D.R., Marcus, R. (1992). Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: a randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res*, 7:761–769.
 145. Stavljenić Rukavina, A. (1996). Osteoporozna. *Biochemia medica*, 6(1): 3-11.
 146. Sugiyama, T., Zamaguchi, A., Kawai, S. (2002). Effects of Skeletal Loading on Bone Mass and Compensation Mechanism in Bone: a new insight into the “mechanostat” theory. *J Bone Miner Metab*, 20:196–200.
 147. Sumida, S., Iwamoto, J., Uenishi, K., Otani, T. (2014). One-year Changes in Bone Mineral Density and Bone Turnover Markers in Premenopausal Amateur Runners: A Prospective Study. *The Keio Journal of Medicine*, 63(3):43–51.
 148. Turner, C.H. (2006). Bone strength: current comments. *Ann N Y Acad Sci*, 1068: 429–446.
 149. Turner, C.H., Burr, D.B. Basic biomechanical measurements of bone: a tutorial. (1993). *Bone*, 14 (4): 595-608.
 150. Turner, C.H. (1991). Homeostatic control of bone structure: an application of feedback theory. *Bone*, 12 (3): 203-217.

151. Usha Kini and Nandeesh, B.N. (2012). Physiology of Bone Formation, Remodeling, and Metabolism. I. Fogelman et al. (eds.), *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging*, (29-57).
152. Vainionpää, A., Korpelainen, R., Leppäluoto, J., Jämsä, T. (2005). Effects of high-impact exercise on bone mineral density: a randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporos Int*, 16: 191–197.
153. Van Beresteijn, E.C.H., Van't Hof, M.A., Schaafsma, G., De Waard, H., Duursma, S.A. (1990). Habitual dietary calcium intake and cortical bone loss in perimenopausal women: a longitudinal study. *Calcif Tissue Int*, 47:338–344.
154. Vincent, K.R., Braith, R.W. (2002). Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34 (1): 17–23.
155. Von Stengel, S., Kemmler, W., Pintag, R., Beeskow, C., Weineck, J., Lauber, D., Kalender, W.A., Engelke, K. (2005). Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *J Appl Physiol*, 99:181–188.
156. Wallace, B. A., Cumming, R. G. (2000). Systematic Review of Randomized Trials of the Effect of Exercise on Bone Mass in Pre- and Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 67:10–18.
157. Wen, H.J., Huang, T.H., Li, T.L., Chong, P.N., Ang, B.S. (2017). Effects of short-term step aerobics exercise on bone metabolism and functional fitness in postmenopausal women with low bone mass. *Osteoporos Int*, 28(2):539-547.
158. WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of WHO Study Group. World Health Organization technical report series. 1994; 843:1-129.
159. Wiczorek-Baranowska, A., Nowak, A., Pilaczyńska-Szcześniak, L. (2012). Osteocalcin and glucose metabolism in postmenopausal women subjected to aerobic training program for 8 weeks. *Metabolism Clinical and Experimental*, 61: 542-545.
160. Winters-Stone, K.M., Snow, C.M. (2006). Site-specific response of bone to exercise in premenopausal women. *Bone*, 39:1203–1209.

161. Wolff, I., van Croonenborg J.J., Kemper, H.C., Kostense, P.J., Twisk, J.W. (1999). The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and post-menopausal women. *Osteoporos Int*, 9(1):1-12.
162. Yamazaki, S., Ichimura, S., Iwamoto, J., Takeda, T., Toyama, Y. (2004). Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. *J Bone Miner Metab*, 22:500–508.
163. Young, M.F. (2003). Bone matrix proteins: their function, regulation, and relationship to osteoporosis. *Osteoporos Int*, 14 Suppl 3: S35-42.
164. Zhao, R., Zhang, M., Zhang, Q. (2017). The Effectiveness of Combined Exercise Interventions for Preventing Postmenopausal Bone Loss: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*, 47(4):241-251.
165. Zhao, R., Zhao, M., Zhang, L. (2014). Efficiency of jumping exercise in improving bone mineral density among premenopausal women: a meta-analysis. *Sports Med*, 44(10):1393-402.
166. Zhao, R., Zhao, M., Xu, Z. (2015). The effects of differing resistance training modes on the preservation of bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *Osteoporos Int*, 26(5):1605-18.
167. Zimmermann, C.L., Smidt, G.L., Brooks, J.S., Kinsey, W.J., Eekhoff, T.L. (1990) Relationship of extremity muscle torque and bone mineral density in postmenopausal women. *Phys Ther*, 70:302–309.

PRILOZI

1. MODEL PROGRAMA VEŽBANJA

- **AEROBIK**
 - Primer aerobik treninga

- **TRENING SNAGE:**
 - **VEŽBE SA ELASTIČNIM TRAKAMA**
 - **KRUŽNI TRENING**
 - Opis vežbi sa elastičnim trakama
 - Opis vežbi kružnog treninga

MODEL PROGRAMA VEŽBANJA

AEROBIK

Čas aerobika se izvodi uz muziku. Tempo će se kretati od 138 do 143 BPM (beat per minute, otkucaji u minuti). Beat predstavlja udarac, otkucaj, tact, odnosno muzičku reč (1 otkucaj = 1 pokret). Fraza predstavlja muzičku rečenicu; jedna fraza se odnosi na 8 otkucaja. Tempo je mera koja određuje broj otkucaja u minutu, a to određuje intenzitet. Brži tempo nameće intenzivniji rad - high impact, a sporiji tempo niži intenzitet vežbanja - low impact.

Čas će biti osmiřljen tako da koreografija bude sastavljena iz sekvenca pokreta, koji su sastavljeni iz četiri osmice ili fraze. Koreografija će biti simetrična, počinje sa jednog mesta i na istom se zavrřava. Svaka fraza će se izvoditi i desnom i levom nogom.

Koreografija se sastoji od osnovnih koraka koji se koriste u:

a) Tradicionalnom aerobiku:

Osnovni elementi low-aerobika:

- FROM SIDE TO SIDE – řiroki raskoračni stav, prenos težine tela s noge nanogu, broj ponavljanja je 8 x. Iz tog položaju nogu rade se različiti pokretiramenima i rukama.
- STEP TOUCH – korak - dokorak, privlačenje leve do desne, oslonac prednjim delom stopala o tlo. Težina tela se nalazi na desnoj nozi. Korak se može izvesti i levom nogom; u kretanju poludesno i polulevo napred, poludesno i polulevo nazad. Broj pokreta je 4. Iz tog položajunogu rade se različiti pokreti rukama.
- DOUBLE STEP TOUCH – povezano dva koraka – dokoraka u jednu pa u drugustranu. Broj pokreta je 4.
- GRIPEVINE – ukrřteni koraci u stranu: korak desnom - D (levom - L) u desno - D (levo - L), ukrřteni korak levom (desnom) iza desne (leve), korak desnom (levom) u desno (levo), privlačenje leve (desne) bez prenosa težine tela, oslonac prednjim delom stopala o tlo. Broj pokreta 4.
- LEG CURL – korak uz prenošenje težine na stajnu nogu dok zamajna pravi pokret zgrčenog zanoženja. Varijanta: zamajna pravi pokret prednoženja pogrčeno.

Osnovni elementi high-aerobika:

- WALK – marřiranje – u mestu, u kretanju napred i nazad
- JOGGING – trćanje u mestu i kretanju
- SUNOŽNI POSKOCI
- JUMPING JACK – naizmenični sunožni i raznožni skokovi u ritmu koje prate ruke iz priručenja do odručenja ili uzručenja. Vežba se izvodi jednotaktno ili dvotaktno. Lakša varijanta ove vežbe: odkorakom noge u stranu do polučućnja – istom putanjm do početnog stava.

b) Step aerobiku:

- V STEP – predkorakvan (napred u stranu) jednom nogom, korak drugom nogom do raskoračnog stava, zakorak jedne, zatim druge noge do početnog stava. Kretanje podseća na latinično slovo V. Intenzivnija varijanta ovog koraka je kretanje uz skok naizmenično jednom pa drugom nogom, prateći istu putanju koraka. Može se izvoditi dvotaktno ili jednotaktno.
- OVER THE TOP – korak se izvodi bočnim kretanje, tj. odkorakom i dokorakom jedne pa druge noge, uz poskok, rukama se najčešće izvodi suručni čeonu krug u stranu kretanja.
- KNEE UP – korak napred jednom nogom, drugom nogom predložiti zgrčeno, do početnog stava se spušta druga zatim prva noga. Vežba se izvodi i sa poskokom noge koja kreće napred (istoimena ruka prati pokret do uzručenja).
- STEP KICK - šut ili nisko prednoženje. Varijanta sa poskokom, uz promenu stajne noge, u ritmu.
- REPETER – iskoračiti jednom nogom, drugu nogu zgrčiti prednožno (flektirati u zglobu kuka i kolena najmanje 90°) dok se težina tela ne prenese potpuno na prvu nogu, drugom nogom sunuti zanožno dok prsti te noge ne dodirnu pod, pokret grčenja i suvanja druge noge se ponavlja još dva puta ili četiri puta (ukupno tri ili pet puta), istom nogom zakorak i prikorak prvom nogom do početnog stava; pokret ima više različitih varijanti kojima se povećava intenzitet i brzina.
- ČUČNJEVI - skokovi iz polučučnja
- LUNGE –korak koji se izvodi identično kao ispad. Može da se izvodi napred, u stranu ili nazad. Ovaj korak predstavlja pravolinijsko prebacivanje težišta tela na jednu ili na drugu nogu.

1. **Uvođenje organizma u rad** -zagrevanje,će se izvoditi u tempu između 120 – 134 otkucaja u minuti. Pri zagrevanju će se primenjivati kranio-kaudalni redosled (od gore ka dole), ali počinjanjem step touch korakom ili marširanjem u mestu. Trajanje između 5-7 minuta.

2. Koreografija

Pripremni deo – Priprema lokomotornog sistema. Izvodiće se vežbe slične po strukturi onima koje će se odraditi u glavnom delu časa. Da bi se lakše savladali koraci izvodiće se low impact-u.

Glavni deo – koreografija. Izvodiće se tako da tempo nameće high impact.

Ukupno trajanje drugog dela časa između 43-48 minuta.

3. **Završna faza časa** – primenjuju se vežbe istezanja i smirivanja organizma, opuštanje mišića. U nekim završnim delovima časa će se izvoditi i vežbe za duboke mišiće leđa. Trajanje između 7-10 minuta.

Primer aerobik treninga - koreografija

1)

1. step touch x4 - čučanj odkorakom u stranu+skok x2
2. knee up (u mestu) x4 - double step touch + sunožni poskok x8
3. V step (brzi poskoci) x2 - repeter x2
4. sunožni poskoci x8 - leg curl x8
5. jogging + čučanj x4
6. repeter x2
7. čučanj + upor prednji - prednoženje zgrčeno desnom i levom
8. hodanje rukama iz upora stojećeg do upora prednjeg

2)

1. grape vine - leg curl x4
2. step touch (kroz počučanj) - sunožni poskok x2 napred, x 2 nazad
3. jogging u mestu
4. marširanje napred - nazad - knee up x4
5. poskoci s noge na nogu uz odnoženje zamajne
6. side to side - repeter x 2 (D, L) -
7. double step touch - jogging
8. pruručiti zgrčeno (guma oko leđa, pridržavajući krajeve gume):
- sunuti napred;
- uzručenja naizmenično desnom i levom rukom;
- čučnjevi;
9. Vežbe za leđane mišiće - P.P. ležeći na stomaku

3)

1. step touch (kroz počučanj) - sunožni poskok x2 + leg curl x4
2. grape vine + leg curl x4
3. marširanje dijagonalno napred nazad x 4
4. knee up x 8
5. jogging (4x) + sunožni poskoci (4x) x 4
6. knee up (napred) - V step x 2
7. step touch + sunožni poskok x 2
8. P.P. čučanj - hod u stranu u čučnju (D - L) + čučanj
9. Vežba za trup - P.P. upor klečeći: istovremeno uzručiti L (D) - zanožiti D (L)
10. P.P. ležanje prednje: - vežbe za leđne mišiće

4)

1. step touch + sunožni poskok x2 – knee up x4
2. knee up kroz skokove s noge na nogu x 8 – sunožni poskoci – čučanj - skok x2

3. V step (kroz poskoke) x 2 – fly x4 – niski skip
4. Double step touch x2 – leg curl x 4
5. Repeter x 2 - Knee up x 4
6. Step touch (nisko)
7. čučanj – skok x 8
8. Vežba za trup - P.P. upor klečeći: istovremeno uzručiti L (D) - zanožiti D (L)
9. P.P. ležanje prednje: - vežbe za leđne mišiće(zaklon trupom - suprotne ruka zaručenje – suprotna noga zanoženje)

5)

1. V step x 2 – niski skip x8
2. Grape vine x2 – leg curl x4
3. Step touch – sunožni poskok x 2 (napred)
4. Knee up x4 - Fly (doskočiti na stajnu nogu) x 4
5. Sunožni poskoci – čučanj – skok x4
6. Double step touch x2 – repeter (makazice) x 2
7. Marširanje – vežbe za ruke i grudi (tegići)
8. Vežbe za leđne mišiće - P.P. ležanje prednje.

6)

1. Grape vine x2 – V step x 4 (varijanta)
2. Knee up napred x4 – over the top x 2
3. Fly x4
4. Jumping jack + čučanj x2
5. Jogging (marširanje) – simulacija boks udaraca
6. Čučanj - odnoženje.
7. Vežbe za leđne mišiće - P.P. ležanje prednje: -

7)

1. Double step touch x2 – Fly x2
2. Repeter (makazice)
3. Grape vine – sunožni poskoci (x2)
4. Knee up x4 – čučanj x4
5. Step touch x4 – leg curl x4
6. V step (varijanta)
7. Čučanj – skok
8. Skip u čučnju
9. Makazice - promena noge u iskoraku kroz poskok (jednotaktno - dvotaktno)
10. Vežbe za trbušne mišiće - P.P. ležanje zadnje, prednožiti (zgrčeno);
11. vežbe za leđne mišiće - P.P. ležanje prednje.

8)

1. V step x4 - jogging
2. step touch - sunožni poskok x2
3. grape vine - jumping jack x2 -knee up x4
4. over the top - čučanj x2
5. leg curl x8 - repeter x2
6. jogging
7. čučanj - skok, iskoraci
8. stabilizacija - P.P. upor prednji na podlacticama;
9. vežbe za leđne mišiće - P.P. ležanje prednje.

9)

1. grape vine – leg curl (x2) – repeter (makazice) x2
2. čučanj + knee up x 4 – sunožni poskoci x4
3. leg curl D – L (x4)
4. step touch + jogging (x4)
5. V step –sunožni poskok x4
6. čučanj – skok x2 – step kick (kroz poskok) x4
7. jumping jack
8. Jogging – čučanj – skok x8
9. čučanj – odnoženje D (L)
10. vežbe za leđa u stojećem stavu – pretklon: istovremeno uzručenje D (L) – zanoženje L (D)

10)

1. V step x2 – 5 repeter x1 – jumping jack x2
2. Fly x4 – jogging x8
3. V step (varijanta) x2 – grape vine x2
4. Over the top – sunožni poskoci (x2)
5. Step touch u jednu stranu x4 – fly (doskokom na jednu nogu) x4
6. jumping jack
7. promena noge u ispadu (dvotaktno i jednotaktno)
8. čučanj – knee up D (L)
9. čučanj - skok
10. *pružiti zgrčeno sa tegićima, marširanje – odručenja, predručenja, uzručenja
11. P.P. upor prednji na podlacticama – stabilizacija

11)

1. Step touch u D x2 – step touch u L x2 – repeter x2
2. Skokovi s noge na nogu (dvotaktno) x 8 – jumping jack x8
3. Step kick x4 – step touch – leg curl x2 x2

4. Čučanj – sunožni poskok x 4
5. Jogging
6. Čučanj – iskorak
7. Skokovi iz čučnja (varijante)
8. P.P. upor za rukama (na podlakticama) – prednožitizgrčeno D – L (zanoženje)
9. vežbe za leđne mišiće - P.P. ležanje prednje.

10)

1. Grape vine x2 (sa okretom) – leg curl x4
2. Step touch x2 – knee up x2D x2L (napred)
3. Čučanj – skok x2
4. Marširanje – over the top x2 – kick x4 (napred - nazad)
5. Leg curl x2 D x2 L – iskorak x4
6. Jogging – jumping jack
7. Čučanj – knee up (podizanje kolena)
8. Čučanj – odkorak – skok
9. Iskoraci
10. Vežbe za ravnotežu – čeonu vaga
11. P.P. ležeći na stomaku – vežbe za mišiće leđa

11)

1. Zagrevanje – aerobik pokreti na step klupici 10 min
2. Step klupice postavljene paralelno jedna iza druge uz duž sale sa razmakom širine stepera između – prelazak preko stepera
 - prelaženje niskim skipom → hod u čučnju unapred x3;
 - niski skip na stepperu – visoki skip između stepera → hod u čučnju sa skokom pri privlačenju noge x3;
 - prednoženjem zgrčeno (podizanje kolena) na stepperu – između niski skip → čučanj – iz upora stojećeg doći do upora prednjeg – privlačenjem jedne pa druge noge (skok) doći do P.S. x3;
 - prelazak preko stepera cisokim skipom – hod u čučnju unazad x3;
 - preskakanje stepera podizanjem visoko kolena (uz poskok), bočno okrenuti ka stepperu (x2 D, x2 L) → hod u iskoraku unapred x 2, hod u iskoraku unazad x2;
 - čučanj – skok na stepper – trčanje nazad x3;
3. P.P. ležeći prednji – vežbe za leđne mišiće

TRENING SNAGE

Uvodni deo časa - zagrevanje –izvođenje elementa high impact aerobika, uz praćenje ritma muzike ili u slobodnom stilu. Takođe će se primenjivati kranio-kaudalni redosled. Trajanje između 10 – 15 minuta.

Glavni deo časa – primena kompleksa vežbi sa elastičnim trakama i kružni trening. Trajanje između 43 – 35 minuta.

Završna faza časa – primenjuju se vežbe istezanja i smirivanja organizma, opuštanje mišića. Trajanje između 7-10 minuta.

VEŽBE SA ELASTIČNIM TRAKAMA

Trening 1

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, ruke i ramnei pojas	„Truster“ (čučanj - prednji potisci)	3	20 – 25
triceps brachii	opružanje podlaktica	3	20 – 25 D 20 – 25 L
prednja grupa mišića buta i sedalni mišići	penjanje i silaženje sa klupe uz zakorak	3	10 – 12 D 10 – 12 L
leđni mišići	veslanje u pretklonu	3	25 – 30
prednja grupu mišića buta, sedalni mišiće	čučanj	3	20 - 25
spoljašnja, prednja, grupa mišića buta	hod u čučnju sa opterećenjem	3	15 koraka D 15 koraka L
bočni trbušni mišići stabilizacija trupa	podizanje kukova na boku *izdržaj	3	8 – 10 L (‘‘) 8 - 10 D (‘‘)

Trening 2

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
gornji deo leđa i zadnja grupa mišića ramena	razvlačenja u sedu	3	20 – 25
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, mišiće ramena (m. deltoideus)	čučanj - predručenje	3	20 – 25
unutrašnja grupa mišića buta		3	25 – 30 D 25 – 30 L
trbušni mišići	P. P: ležanje na leđima - Podizanje lopatica + prednoženja	3	20 – 30
duboki mišići leđa	P.P. ležanje na stomaku zaklon - zanoženje	3	15 - 20

Trening 3

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, grudi i rameni pojas	ispad - razvlačenje	3	20 – 25
spoljašnja grupa mišića buta	abdukcija noge u zglobu kuka	3	20 – 25 D 20 – 25 L
rameni pojas (m.deltoideus)	potisci iznad glave	3	20 – 25
prednja i spoljašnja grupa mišića buta, sedalni mišići	čučnjevi	3	20
trbušni mišići	Iz P.P. ležeći na leđima	3	20 - 25
duboki mišići leđa	Iz P.P. ležanje na stomaku	3	15 - 20

Trening 4

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, i rameni pojas	čučanj - odručenje	3	20 – 25
ruke i rameni pojas, leđa	naizmenična predručenja (imitacija boksa udarca)	2	45''
spoljašnja grupa mišića buta	abdukcija nogu	3	25 – 30
aktivirano celo telo	legionar (marinci)	2	20
pregibači u zglobu kuka	iz P.P. sedećeg sunožno zgrčeno	3	20 - 25
*ravnoteža	položaj vage	2	maks

Trening 5

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, i mišići ramena	čučanj – veslanje stojeće	3	20
grudni mišići	potisci sa grudi	3	20 - 25
prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće	čučanj – penjanje na klupu	3	15 D 15 L
grudi, ruke, rameni pojas,	razvlačenje iz predručenja	3	12 -15
zadnja grupa mišića buta, sedalni mišići	zanoženje	3	20 - 25
duboki mišići leđa	Iz P.P. ležanje na stomaku	3	15 - 20

Trening 6

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, pregibači kuka, mišići ruku i ramena	iskorak, prednoženje zgrčeno, prednji potisak	3	15 – 20 15 – 20
mišići leđa	veslanje u sedu	3	20 - 25
spoljašnja grupa mišića buta, donji mišići tbuha i pregibači kuka	abdukcija u zglobu kuka	3	25
pregibači u zglobu lakta	pregibanje podlaktice	3	15
zadnja grupa mišića buta, sedalni mišići	zanoženje	3	20 - 25
duboki mišići leđa	Iz P.P. ležanje na stomaku	3	15 - 20

Trening 7

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići, grudi, ruke, rameni pojas	iskorak uz razvlačenje iz predručjenja	3	15 D 15 L
mišići trbuha i pregibači trupa	obrnuti pretklon trupa (unazad)	3	15 - 20
grudni mišići, ruke i rameni pojas	sklekovi	3	10 - 15
prednja grupa mišića buta, pregibači u zglobu kuka	kosi nožni potisci	3	20 – 25
duboki mišići leđa	Iz P.P. ležanje na stomaku	3	15 - 20

Trening 8

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
leđni mišići, opružaci podlaktice	jednoručno veslanje (čekić opružanje)	3	20 – 25 D 20 – 25 L
i zadnju grupu mišića buta i sedalne mišiće	čučanaj sa odkorakom.	1 1 1	20 D 20 L 20 D-L
mišići leđa	veslanje u sedu	3	25
mišići trbuha i pregibači trupa	obrnuti pretklon trupa (unazad)	3	15 - 20
sedalni mišići, zadnja i spoljašnju grupu mišića buta	podizanje kukova uz abdukciju nogu	3	20 - 25
stabilizacija tela	upor na podlacticama	3	8 – 10 ''

Trening 9

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Seriya	Ponavljjanje
srednji deo ramena (m. deltoieus)	predručjenja - uzručjenja	3	20 – 25
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići	iskoraci (ispadi) nazad	3	15 D 15 L
grudni mišići, ruke i rameni pojas i pregibače u zglobu kuka.	sklekovi, prednoženje zgrčeno u uporu prednjem	3	10
mišići trbuha i pregibači trupa	obrnuti pretklon trupa (unazad)	3	15 - 20
mišići leđa	mrtvo dizanje	3	20 - 25

KRUŽNI TRENING

Trening 1

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljanje
grudni mišići i prednji deo ramenog pojasa	potisci sa grudi	traka, lopta	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići	čučanj + ispad (iskorak) nazad	8 – 10 kg	pauza između stanica: do 30"
grudni mišići i zadnji deo ramenog pojasa	sklekovi uz odručenje sa tegom	2x2 kg	
unutrašnja i prednja grupa mišića buta, sedalni mišići	čučanj + adukcija	lopta, 2 kg	pauza između krugova: 2 - 3'
mišići nogu	promena noge u ispadu kroz poskok (jednotaktni ili dvotaktni)	step klupica	
stabilizacija trupa, mišići leđa	upor na podlakticama uz zanoženje 8'' – zaklon u ležećem položaju x4		

Trening 2

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljanje
prednja grupa mišića buta i sedalni mišići, ruke i rameni pojas	Truster (čučanj – izbačaj sa grudi)	8 – 10 kg	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
mišiće leđa i ramena	veslanje u pretklonu	traka, palica	pauza između stanica: do 30"
sedalni mišići i zadnja grupa mišića buta	podizanje kukova	lopta, step klupica	
opružaće podlakta	opružanje podlaktica iznad glave	traka	pauza između krugova: 2 - 3'
prednja grupa mišića buta i sedalni mišići (pregibači podlaktica)	iskoraci napred uz pregibanje podlakta	step klupica, 2x2 kg	
stabilizacija trupa, mišići leđa	upor na podlakticama uz zanoženje		
ravnoteža	flamingo – stajanje na jednoj nozi		maks

Trening 3

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljanje
grudni mišići	potisci sa grudi	traka, palica	* 3 kruga vreme rada: 1'
prednja grupa mišića buta, sedalni mišići i mišići ramena	čučanj uz veslanje u stojećem stavu	lopta, 8-10 kg	pauza između stanica: do 30"
ravnoteža	balansiranje sa palicom	palica	pauza između krugova: 2 - 3'
sedalni mišići	podizanje kukova	lopta, opterećenje	
grudni mišići, ruke i rameni pojas	sklekovi, šetnja u uporu prednjem	Step klupica	
duboki mišići leđa, stabilizacija	zaklon - zanoženje, upor na podlakticama	x10, 10''	

Trening 4

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljanje
prednja grupa mišića buta i sedalni mišići, zadnji deo ramena i gornji deo leđa	iskorak uz povlačenje (razvlačenje) trake iza glave	traka	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
unutrašnja grupa mišića buta, trbušni mišići i pregibače u zglobu kuka	prednoženja sa loptom iz ležećeg položaja uz addukciju	lopta	pauza između stanica: do 30"
mišići nogu, ruke i rameni pojas	ispad strance uz opružanje ruku napred (udarac), kroz poskok	step klupica, 2x2 ili 1 kg	pauza između krugova: 2 - 3'
vežba za celo telo	„Legionar“ (burpee), sa skokom ili bez skoka		
opružači podlakta	opružanje podlaktica	traka	
trbušni mišići	P.P. ležanje na leđima, prednoženja, naizmenično D i L		

Trening 5

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljjanje
mišići leđa, nogu, ramena	sumo dead lift high pull (mrtvo dizanje - veslanje u stojećem stavu)	8, 10 kg	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
zadnji deo ramena i gornji deo leđa	Zadnja razvlačenja u stojećem stavu	traka	pauza između stanica: do 30"
trbušni mišići i pregibači u zglobu kuka	P.P. ležanje na leđima, prednožititi koso iz prednoženja zgrčeno		pauza između krugova: 2 - 3'
mišići nogu (butina) i sedalni mišići	penjanje i silaženje sa klupice uz zakorak	step klupice (50 cm)	
grudni mišići i unutrašnja grupa mišića buta	razvlačenje prednje i addukcija	step klupica, traka, lopta	
duboki mišići leđa	P.P. ležanje na stomaku, zaklon trupom		
mišići nogu, ruku i ramenog pojasa	penjanje i silaženje sa stepera uz potiske napred.	step klupica (30cm), 2x1 ili 2 kg	

Trening 6

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljjanje
prednja grupa mišića buta i sedalni mišići, ruke i rameni pojas	„truster“ (čučanjanj – izbačaj sa grudi)	5, 8, 10 kg	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
opružajući podlakta	opružanje podlaktica	traka	pauza između stanica: do 30"
trbušni mišići i pregibači u zglobu kuka	P.P. ležanje na leđima, prednožiti zgrčeno: pretklon – opružanje nogu u kolenima	lopta	pauza između krugova: 2 - 3'
duboki mišići leđa	opružanje leđa na lopti	Lopta, palica	
mišići nogu, ruku i ramenog pojasa	penjanje i silaženje sa stepera uz potiske napred.	step klupica (30cm), 2x1 ili 2 kg	
mišići leđa	veslanje u sedu	traka	

Trening 7

Primarni aktivirani mišići	Vežba	rekviziti	Ponavljanje
zadnji deo ramena i gornji deo leđa	odručnja (pogrčeno) u stojećem stavu – visoko	traka	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
unutrašnju, prednju grupu mišića buta, i sedalne mišiće	čučanj - addukcija	lopta	pauza između stanica: do 30"
mišići leđa	veslanje u pretklonu	traka	
zadnja grupa mišića buta i sedalni mišići	podizanje kukova	lopta	pauza između krugova: 2 - 3'
vežba za celo telo	iz upora stojećeg doći do upora prednjeg		
prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, ruku i ramenog pojasa	iskorak - uzručenje	palica, 2x2 kg	

Trening 8

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljanje
mišići leđa	veslanje u pretklonu	traka	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
unutrašnju, prednju grupu mišića buta, i sedalne mišiće, mišići ramena	čučanj – addukcija - predručiti	lopta, 2 x 2 kg	pauza između stanica: do 30"
opružajući podlaktica	opružanje podlaktica	traka	
mišići nogu	čučanj - iskorak	2x2 -5 kg	pauza između krugova: 2 - 3'
grudni mišići, ruke i rameni pojas	sklekovi	step klupica	

Trening 9

Primarni aktivirani mišići	Vežba	Rekviziti	Ponavljjanje
mišići leđa, sedalni mišići, zadnja loža buta	mrtvo dizanje	džak 15 kg	* 3 kruga vreme rada: 1' (45'')
prednja grupa mišića buta, i sedalni mišići	čučanj	lopta, traka	pauza između stanica: do 30"
mišići nogu, ruke i rameni pojas	Ispad strance uz opružanje ruku napred (udarac), kroz poskok	step klupica, 2x2 ili 1 kg	pauza između krugova: 2 - 3'
zadnja grupa mišića ramena	opružanje leđa uz odručenja u pretklonu	lopta, 2x2 ili kg	
spoljašnja i zadnja grupa mišića buta, sedalni mišići	Podizanje kukova, abdukcija	step klupica, traka	
trbušni mišići i pregibači u zglobu kuka	P.P. ležanje na leđima, prednožiti zgrčeno: pretklon – opružanje nogu u kolenima		

Opis vežbi sa elastičnim trakama

Trening 1

1. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, ruku i ramenog pojasa. Truster (čučanj + prednji potisci)
P.S: Raskoračni, priručiti zgrčeno sa trakom (stati na traku)
- 1 – čučanj
- 2 – P.S. - izbačaj (uzručiti)
2. Vežba za triceps brachii. Opružanje podlaktica
P.S. iskoračni, mali pretklon, uzručenje zgrčeno sa trakom
- 1 - opružanje podlaktice iza glave (razvlačenje trake)
- 2 - početni položaj ruku;
3. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Penjanje i silaženje sa klupe uz zakorak (D-L noga)
P.S: raskoračni ispred klupe, predručiti
- 1 – penjanje na klupicu jednom nogom, drugom prednožiti zgrčeno, uzručiti
- 2 – silaženje sa klupe – zakorak (ispad unazad)
4. Vežba za leđne mišiće - veslanje u pretklonu (elastična traka – stati na sredinu trake, pridržavati krajeve)
- P.S. mali raskoračni (paralelni), kolena blago savijena, pretklon trupom (45° ili 90° u odnosu na podlogu), predručiti sa gumom
- 1 - zaručiti pogrčeno; povlačiti traku u ravni sa trbuhom
- 2 - opručiti ruke do početnog položaja;
5. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće. Čučanj.
P.S: mali raskoračni, predručiti sa trakom (traka ispod stopala, pridržavati krajeve)
- 1 – čučanj, priručiti
- 2 – P.S. (pri predručanju traka pruža otpor)
6. Vežba za prednju, spoljašnju grupu mišića buta, sedalne mišiće. Hod u čučnju sa opterećenjem
P.P. čučanj (traka omotana iznad ili ispod kolena)
- hod čučnju bočnim korakom dužinom sale (D - L)
7. Vežbe za bočne trbušne mišiće, stabilizacija trupa.
P.P. bočni upor na podlaktici, donji deo tela na podlozi, sunožno pruženo ili zgrčeno (u kolenu 90°), druga ruka na boku (ili na podlozi)
- 1 - podizanje kukova,

- 2 – P.P.

*izdržaj u uporu bočnom (D i L strana)

Trening 2

1. Vežba za mišiće gornjeg dela leđa i zadnje grupe mišića ramena. Razvlačenja u sedu.
P.P: sed, sunožno pogrčeno, predručiti, malo pogrčeno u laktovima (traka oko stopala, krajevi u šakama okrenuti jedna ka drugoj)
 - 1 – odručiti (razvlačenje, povlačenje šaka lučnim pokretom unazad malo niže od nivoa ramena)
 - 2 - P.P.
2. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, mišiće ramena (m. deltoideus)
P.S: mali raskoračni, predručiti sa trakom (traka ispod stopala, pridržavati krajeve)
 - 1 – čučanj, priručiti
 - 2 – P.S. (pri predručenju traka pruža otpor)
3. Vežba za unutrašnju grupu mišića buta.
P.P: iz seda sunožno zgrčeno, upirati se podlakticama nazad, spustiti jednu nogu (koleno) ka podlozi, ugao u kolenu veći od 90° (traka oko jednog stopala, krajeve pridržavati jednom rukom), dorzalna fleksija
 - 1 – prednoženje tj. odizanje noge od podloge naviše
 - 2- P.P. spuštati nogu malo iznad podloge
4. Vežbe za trbušne mišiće
P.P. ležeći na leđima, prednožiti zgrčeno (u kolenu 90°)
 - podizanje lopatica
 - opružanje sunožno nogu koso (do granice gde je donji deo leđa uz podlogu)
 - kombinacija prethodne dve vežbe
5. Vežbe za mišiće leđa
P.P. ležeći na stomaku, odručiti zgrčeno
 - 1 - zaklon, uzruci, zanožiti,
 - 2 - P.P.

Trening 3

1. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne, ramenog pojasa i grudi. Ispad uz razvlačenja
P.S: raskoračni, odručiti (traka oko leđa, krajevi u kuci)
- 1 – ispad D (L) – kroz predručenje (šake blizu jedna drugoj) lučnim pokretom uzručiti (šake okrenute gore, laktovi malo savijeni)
- 2 – P. S.
2. Vežba za abduktore nogu i kuka (spoljašnja grupa mišića buta)
P.P. upor na podlaktici na boku (ležanje na boku) (pružena pogrčena kolena (90°)), traka ispod kolena
- 1 – odnožiti (razvlačenje trake)
- 2 - P.P.
3. Vežba za rameni pojas (m.deltoideus). Potisci (sa trakom) iznad glave.
P.P: sedeći na klupi (i na sredini trake) raznožno zgrčeno, odručiti zgrčeno(krajevi trake u rukama)
- 1 – uzručenje (potiskivanje trake vertikalno naviše dok se laktovi potpuno ne opruže)
4. Vežba za prednju i spolješnju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Čučnjevi (traka omotana iznad ili ispod kolena)
P. S: raskoračni, priručiti
– 1 – kroz otkorak čučanj
-2 – P. S. – naizmenično desna i leva noga
5. P.P. ležeći na leđima – vežbe trbušne mišiće
6. P.P. ležeći na stomaku – vežbe za mišiće leđa

Trening 4

1. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće i ramena. Čučanj uz odručenja

P.S: raskoračni (stati na traku), priručiti sa ukrštenom trakom

- 1 – čučanj

- 2 – usklon + odručiti (sa trakom)

*Mišići ruku i ramenog pojasa, mišići leđa

P.P. raskoračni, priručiti zgrčeno sa trakom (traka oko leđa) – opružati naizmenično D i L ruku (imitirati pokret udarca i boksu)

2. Abduktori nogu i kuka

P.P. ležanje zadnje, sunožno pogrčeno, stopala na podu, traka oko butina ili ispod kolena, podići kukove

- 1 – raznožiti u kolenu (razvlačiti traku

- 2 - polako vraćati u P.P.

*vežba „marinci“ (legionar) sa ili bez skoka

3. Vežba za pregibače u zglobu kuka i leđne mišiće

P.P: sed sunožno (na švedskoj klupi), D (L) pogrčena stopalom oslonjana o pod, L (D) zgrčena (traka oko stopala), predručiti sa trakom

- 1 –opružiti L (D) – zaručiti zgrčeno (pokret veslanja)

- 2 – P.P.

*Vežba za zadnju grupu mišića ramena - odručenja u pretklonu - niska

P.S. mali raskoračni, pretklon (stati na traku, krajevi u šakama) predručiti

- 1 – odručenje sa trakom (niska) – povlačenje šaka lučnim pokretom unazad do nivoa ramena

- 2 – P. P.

4. Ravnoteža

P.S: na jednoj nozi, priručiti – doći u položaj vage, zadržati.

- do izdržaja – D i L noga

Trening 5

1. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće i ramena. Čučanj – veslanje u stojećem stavu.
P.S: raskoračni, priručiti sa ukrštenom trakom (pridržavati krajeve)
- 1 – čučanj
- 2 – usklon + veslanje stojeće (uski hvat; povlačenje trake vertikalno naviše, laktove podizati do ili iznad nivoa ramena)
2. Vežba za grudne mišiće. Potisci sa grudi.
P.S: mali raskoračni, odručiti malo pogrčeno, traka iza leđa (pridržavati krajeve trake)
- 1 –predručenje tj. razvlačenje trake (*potisci)
3. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće
P.S: raskoračni – bočno okrenuti klupi (30-50 cm), priručiti
- 1 – čučanj – P.S.
- 2 – bližu nogu postaviti i popeti na klupu, drugom prednožiti zgrčeno - PS
4. Vežba za grudi, ruke, rameni pojas. Razvlačenje trake u predručenju
P. S. raskoračni, predručiti sa trakom
- 1 – odručiti
- 2 – polako vraćati do predručenja
5. Zadnja grupa mišića buta, sedalni mišići. Zanoženje.
P.P: upor klečeći, traka oko stopala, krajeve pridržavati šakama
- 1 – opružajući zanožiti D (L)
- 2 – P.P.
6. Vežba za mišiće leđa.
P.P. ležanje prednje, uzručiti
- vežbe za leđa (zaklon, zanoženje - varijante)

Trening 6

1. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, pregibače kuka i rameni pojas.
Iskoraci, prednoženje zgrčeno, prednji potisak (gore)
P.S: iskoračni (sredina trake ispod prednjeg stopala), priručiti zgrčeno sa trakom
– 1 – pogrčiti koleno noge koja je u zakoraku (90° koleno)
– 2 – P.P
– 3 – prednožiti zgrčeno zadnjom nogom (koja je u zakoraku) - uzručenje

2. Vežba za leđne mišiće. Veslanje u sedu u parovima.
P.P: sedeći, sunožno pogrčeno (vežbači licem okrenuti jedno naspram drugog, stopala se dodiruju), predručiti držeći jednu gumu
- 1 –veslanje, u isto vreme (povlačenje laktova unazad i spajanje lopatica, ugao tela i nadlaktka 45-60°)
- 2 - P.P.
* spuštanje lumbalnog dela leđa na podlogu, dok drugi vežbač pruža otpor trakom

3. Abduktori nogu, donji mišići tbuha i pregibači kuka
P.P. ležanje zadnje, prednožiti (traka oko butina ili ispod kolena)
- raznoženjem razvlačiti traku

4. Vežba za pregibače podlaktica (biceps brachii)
P.S: mali raskoračni, blago pogrčiti kolena, priručiti (traka ispod stopala, šakama držati krajeve trake)
- 1 – pregibanje podlaktica
- 2 - P.S.

5. Vežbe za donji deo leđa (zaklon, zanoženje)
P.P. ležanje prednje, odručiti
- 1 – zaklon – zaručiti unutra (iza leđa), zanožiti
- 2 – P.P.

Trening 7

1. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, leđa, ramena – X vežba
P.S: raskoračni – čučanj (stati na traku), priručiti zgrčeno (pridržavati krajeve)
- 1 – ustajanje iz čučnja – uzručenje van
- 2 – P.S.
2. Vežba za grudne (i leđne) mišiće
P.P: upor klečeći na podlakticama (upor prednji), ruke na uzvišenoj podlozi
- 1 – opružanjem laktova (D – L ruka) doći do upra za šakama - sklek
- 2 – savijanjem jedne pa druge ruke do P.P.
*P P: upor prednji na podlakticama, tegići u rukama (ili kolenima),
- 1- uzručiti desnom – P.P.
- 2 – uzručiti levom – P.P.
3. P.P: polučučanj (traka oko butina)
- 1 –odkorak desnom – P.P.
4. Vežba za leđne mišiće - veslanje u pretklonu (elastična traka – stati na sredinu trake, pridržavati krajeve)
- P.S. mali raskoračni (paralelni),kolena blago savijena, pretklon trupom (45° ili 90° u odnosu na podlogu), predručiti sa trakom
- 1 - zaručiti pogrčeno; povlačiti traku u ravni sa trbuhom
- 2 - opručiti ruke do početnog položaja;
5. Vežba za abduktore nogu (spoljašnja grupa mišića buta)
P.P. upor na podlaktici na boku (ležanje na boku), pogrčena kolena (90°)
- 1 – odnožiti (razvlačenje trake)
- 2 - P.P.
6. Vežba za trbušne mišiće.
P.P: ležanje zadnje, prednožiti pogrčeno, odručiti zgrčeno (šake iza potiljka)
- 1 – podizanje lopatica, prednožiti dole D i L nogom (naizmenično)
- 2 - P.P.
7. Vežbe za leđa (zaklon, zanoženje)
P.P. ležanje prednje, uzručiti (sa trakom u rukama)
- 1 – zaklon – odručiti zgrčeno (razvlačenje trake iza glave) –spojiti lopatice
- 2 – P.P.

Trening 8

1. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće, grudne i ramene mišiće. Iskorak (ispad) uz razvlačenje iz predručenja
P.S: mali raskoračni, predručiti sa trakom (presavijena)
 - 1 – ispad unazad – odručenje (razvlačenje trake)
 - 2 – P.S.(*varijanta sa 4 takta)
2. Vežba za mišiće trbuha i pregibače trupa
P.P: Sed sunožno zgrčeno, predručiti (traka oko stopala, pridržavati krajeve)
 - 1 - spuštati trup ka podlozi do lumbalnog dela leđa
3. Vežba za grudne mišiće, ruku i ramenog pojasa
P.P: upor klečeći (upor prednji)
 - 1 –skek
 - 2 – P.P.
4. Vežba za prednju grupu mišića buta i pregibače u zglobu kuka. Kosi nožni potisci.
P.P: ležanje zadnje, prednožiti (traka oko stopala, šakama pridržavati krajeve)
 - 1 – opručanje nogu koso gore
 - 2 - P.P.
5. Vežba za mišiće leđa
P.P. ležanje prednje, uzručiti (sa trakom)
 - vežbe za leđa (zaklon, zanoženje)

Trening 9

1. Vežba za leđne mišiće i triceps brachii. Jednoručno veslanje sa trakom + čekić opružanje
P.S: iskoračni, pretklon, jedna ruka u predručenju, druga ruka oslonjena na koleno (krajevi trake u ruci suprotnoj od noge koja je nazad)
 - 1 –zaručiti pogrčeno (lakat 90°) – opružanje podlaktice
 - 2 –P. P
2. Vežba za spoljašnja i prednja grupa mišića buta, sedalni mišići. Čučanj sa odkorakom.
P.S: spojni, priručiti (traka oko butina)
 - 1 –kroz odkorak doći do čučnja
 - 2 - P.S.
3. Vežba za mišiće leđa. Veslanje u sedu sa trakom
P.P: sed sunožno zgrčeno (traka oko stopala, krajevi u šakama) – leđni mišići
 - 1 –veslanje (povlačenje laktova unazad i spajanje lopatica povlačenjem ramena unazad)
 - 2 - P.P.
4. Vežba za mišiće trbuha i pregibače trupa. Obrnuti pretklon trupa (unazad)
P.P: Sed sunožno zgrčeno, predručiti (traka oko stopala, pridržavati krajeve)
 - 1 - spuštati trup ka podlozi do lumbalnog dela leđa
5. Vežba za spoljašnju i zadnju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Podizanje kukova uz abdukciju nogu.
P.P. ležanje zadnje, noge pogrčene u kolenima, stopala na podlozi (traka oko butina)
 - zadnja i spoljašnja grupa mišića buta
 - podizanje kukova + šireći kolena razvlačiti traku
 - *P.P: upor klečeći, traka oko butina
 - Odnoženje (abdukcija noge - razvlačenje trake)

Opis vežbi kružnog treninga

Trening 1

1. Vežba za mišiće leđa, sedalni mišići, zadnja loža buta. Mrtvo dizanje (džak 15 kg)
P.S. mali raskoračni, priručiti
 - 1 – pretklon (saviti noge u kolenima), predručiti (prihvatiti džak)
 - 2 – Usklon do P.S. (Održavajući kičmeni stub opruženim i laktove u fiksiranom položaju, uspravljati se i podići džak do nivoa kukova)

2. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Čučanj
P.S. raskoračni (naslonjeni na koptu uz zid, stopala malo ispred projekcije ramena), priručiti sa trakom (traka ispod stopala, pridržavati krajeve)
 - 1 - čučanj (kolena ne prelaze projekciju prednjeg dela stopala)
 - 2 –P.S.

3. Vežba za noge, ruke i rameni pojas
P.S: spetni (na steperu), priručiti zgrčeno sa tegićima (2 kg)
 - 1 – ispad strance (stajna noga ostaje na steperu), opružanje napred (udarac) suprotnom rukom od stajne noge
 - 2 – P. P
 - 3 – isti pokret uraditi suprotnom nogom i rukom*kroz poskok uraditi vežbu

4. Vežba za zadnju grupu mišića ramena i mišiće leđa. Opružanje leđa + odručenja u pretklonu
P.P. ležanje prednje na lopti (najvećim delom butinama i kukovima, stopalima se oslanjati o zid i podlogu), blagi pretklon, predručiti sa tegićima (dlanove usmeriti jedne ka drugima)
 - 1 – 2 -usklon (opružanje do vodoravnog položaja) – odručenje (povlačenje šaka lučnim pokretom unazad do nivoa ramena)
 - 3 – P. P.

5. Vežba za zadnju i spoljašnju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Podizanje kukova uz abdukciju
P.P: ležanje na leđima, sunožno pogrčeno, stopalima na step klupi(traka iznad kolena)
 - 1 – 2 - podići kukove – abdukcija nogu (razvlačenje trake)
 - 3 – 4 – spojiti kolena – P.P.

6. Vežbe za trbušne mišiće
P.P. ležanje na leđima, prednožiti

- 1 – spustiti do prednoženja koso desnu – levu,
- 2- sunožnim pokretom vratiti do P.P.

Trening 2

1. Vežba za grudne mišiće i prednji deo ramenog pojasa. Potisci sa grudi
P.P. ležanje na lopti, raznožno, osloniti se stopalima na podlogu, odručiti zgrčeno (elastična traka iza leđa - krajevi u šakama)
 - 1 – potisak palice (razvlačenje gume) vertikalno naviše do opruženog položaja (opružati do predručenja)
 - 2 – P.P.

2. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Čučanj + ispad (iskorak) nazad (sa opterećenem 8-10kg)
P.S. mali raskoračni, priručiti sa tegom
 - 1 - čučanj - ispad (iskorak) D nazad,
 - 2 - vratiti do čučnja
 - 3 – ispad (iskorak) L nazad,
 - 4 – čučanj - P.S.

3. Vežba za grudne mišiće i zadnji deo ramenog pojasa. Sklekovi uz odručenje sa tegom.
P.P. upor klečeći, teg (2 kg) između šaka
 - 1 - sklek,
 - 2 - P.P. - odručiti D (sa tegićem) - spustiti teg,
 - 3 - sklek,
 - 4 - P.P. - odručiti L (sa tegićem) - spustiti teg.

4. Vežba za unutrašnju i prednju grupu mišića buta, i sedalne mišiće. Čučnjevi.
P.S. raskoračni (velika lopta između nogu), priručiti sa tegićima:
 - 1 - čučanj uz stisak lopte nogama, predručenje gore
 - 2 - P.S.

5. Aerobna vežba za mišiće nogu. Promena noge u ispadu kroz poskok (jednotaktni ili dvotaktni)
P.S: Ispad D na steperu, L na podu, priručiti (sa tegićem)
 - 1 – kroz poskok promena noge na steperu, ruke prate pokret do predručenja (suprotna ruka, sutrotna noga)

6. Stabilizacija trupa. Upor na podlakticama uz zanoženje.
Vežbe za mišiće leđa
P.P. ležeći na stomaku, odručiti zgrčeno

- 1 - zaklon, uzruciiti, zanožiti,
- 2 - P.P.

Trening 3

1. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće, ruke i rameni pojas.

Truster (Čučanj – izbačaj sa grudi)(teg 8, 10 kg)

P.S. raskoračni, priručiti zgrčeno sa tegom na grudima

-1 – čučanj

- 2 – P.S. izbačaj (do uzručenja)

2. Vežba za mišiće leđa i ramena. Veslanje u pretklonu (elastična traka - krajevi omotani oko palice)

P.S. mali raskoračni, pretklon trupom pod uglom od 45°, predručiti sa palicom

- 1 - zaručiti pogrčeno- povlačenje šipke vertikalno naviše dok ne dodirne donji deo grudi, održavajući kičmeni stub u opruženom položaju, a kolena u blago povijenom položaju

- 2 - opručiti ruke do početnog položaja;

- 3 – predručiti gore

- 4 – P.P

3. Vežba za sedalne mišiće i zadnju grupu mišića buta. Podizanje kukova.

P.P: ležanje na leđima, pogrčeno ili pruženo, stopalima oslonjenim na lopti ili klupici.

– 1 –podići kukove

– 2 –P.P.

4. Vežba za triceps brachii. Opružanje trake iznad glave

P.S. mali raskoračni, leđima okrenuti traci, blagi pretklon, uzruciiti zgrčeno (prihvatiti krajeve trake)

– 1 – opružanje podlaktica

– 2 – P.P. ruku

5. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće, vežba za biceps brachii. Iskoraci napred uz pregibanje podlakta.

P.S: raskoračni (ispred step klupice), priručiti sa tegićima (2 kg)

– 1 – iskorak (ispad) nogom na steper, pregibanje u zglobu lakta

-2 – P. S. – naizmenično desna i leva noga

6. Stabilizacija trupa. Upor na podlacticama uz zanoženje.

P. P. Upor prednji na podlakticama uz zanoženje.

- 1 –zanožiti D – P. P.

- 2 – zanožiti levom – P.P.

- Vežbe za ravnotežu – flamingo – stajanje na jednoj nozi

Trening 4

1. Vežba za grudne mišiće. Potisci sa grudi (elastična traka iza leđa - krajevi omotani oko palice)

- P.P. ležanje na steperu, odručiti zgrčeno (prihvatiti nathvatom palicu koja je dodiruje grudi, u širini projekcije ramena)

- 1 –potisak palice (razvlačenje gume) vertikalno naviše do opruženog položaja (oružati do predručenja)

- 2 –P.P.

2. Mišići prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće i ramenog pojasa. Čučanj uz veslanje u stojećem stavu

P.S: raskoračni (nasloniti se leđima na loptu naslonjenu na zid), priručiti sa tegom

- 1 – čučanj

- 2 – usklon + veslanje stojeće (uski hvat; povlačenje girje vertikalno naviše, laktove podizati do ili iznad nivoa ramena)

3. Balansiranje sa palicom

P.S. na jednoj nozi, druga u prednoženju zgrčeno, priručiti sa palicom

- 1 –doći u položaj vage, pretklon, uzručiti, zanožiti slobodnom nogom

- 2 –P.S.

4. Vežba za sedalne mišiće. Podizanje kukova.

P.P. ležanje na lopti (lopatice na lopti), raznožno,osloniti se stopalima na podlogu, (+ dodatno opterećenje postaviti na kukove)

- 1 –spuštanje kukova (skoro do seda)

- 2 - P.P.

5. Vežba za grudne mišiće, ruku i ramenog pojasa. Sklekovi.

P.P. upor klečeći prednji (steper postavljen između šaka)

- 1 - sklek,- 2 - P.P.

- 3 –4 - postaviti šake na steper

- 5 – 6 - silaženje sa stepera šakama do P.P.

6. Vežba za mišiće leđa

P.P. ležanje prednje, odručiti zgrčeno

- 1- zaklon, zanožiti x10

- 2 – doći do upora na podlakticama – izdržaj – 10’’

Trening 5

1. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće, zadnji deo ramena i gornji deo leđa. Iskorak uz povlačenje trake iza glave.

P.S: mali raskoračni, uzručiti sa trakom

– 1 – iskorak, povlačenje (razvlačenje) trake iza vrata (laktovi 90°, spajanje donjih uglova lopatica)

– 2 – P.P

*naizmenično D – L noga

2. Vežbe za aduktore nogu i trbušne mišiće, pregibače u zglobu kuka. Prednoženja sa loptom

P.P. ležanje na leđima, prednožiti (pogrčeno) (lopta između nogu)

- 1 – stisnuti loptu unutrašnjom stranom buta

– 2- polako opuštati do P.P.

3. Vežba za noge, ruke i rameni pojas

P.S: spetni (na steperu), priručiti zgrčeno sa tegićima (2 kg)

– 1 – ispad strance (stajna noga ostaje na steperu), opružanje napred (udarac) suprotnom rukom od stajne noge

– 2 – P. P

– 3 – isti pokret uraditi suprotnom nogom i rukom

*kroz poskok uraditi vežbu

4. "Burpee" ("Legionar")

P.S: raskoračni, priručiti

- 1 – čučanj – upor – zakorakom D i L doći do upora prednjeg

- 2 – istim načinom unazad doći do P.S.

*umesto korakom uz upora prednjeg skokom doći do čučnja, iz čučnja skokom do P.S.

5. Vežba za opružaće podlakta. Opružanje podlaktica sa trakom.

P.S: mali raskoračni (blago savijena kolena), priručiti zgrčeno, šakama pridržavati krajeve gume (ugaou laktu malo manji od 90°)

- 1 – opružanje podlaktica (priručiti)
- 2 - polako savijati laktove do P.P.

6. Vežbe za trbušne mišiće

P.P. ležanje na leđima, prednožiti

- 1 – spustiti do prednoženja koso desnu – levu,
- 2- sunožnim pokretom vratiti do P.P.

Trening 6

1. Vežba za mišiće leđa, nogu, ramena. SDHP (sumo dead lift high pull) (8kg, 10 kg)

P.P: čučanj, priručiti sa tegom

- 1 – mrtvo dizanje + veslanje u stojećem stavu
- 2 – P.P

2. Vežba za zadnji deo ramena i gornji deo leđa. Zadnja razvlačenja sa trakama u stojećem stavu

P.S: Raskoračni, predručiti (prihvatiti šakama krajeve elastične trake postavljene visoko)

- 1 – odručiti tj. razvlačenje trake
- 2 – P. P ruku

3. Vežbe za trbušne mišiće i pregibače uzglobu kuka

P.P. ležanje na leđima, prednožiti zgrčeno

- 1 – opružanje nogu koso napred
- 2- P.P.

4. Vežba za prednju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Penjanje i silaženje sa klupice uz zakorak(D-L noga)

P.S: raskoračni ispred klupice, priručiti

- 1 – penjanje na klupicu jednom nogom, drugom prednožiti zgrčeno
- 2 – silaženje sa klupice – zakorak

5. Vežba za grudne mišiće i unutrašnju grupu mišića buta. Razvlačenje prednje i addukcija

P.S: ležanje na leđima(na steperu), prednožiti pogrčeno, odručiti (kuk i kolena 90° - lopta između nogu, traka iza leđa, držati krajeve trake)

- 1 – predručiti (razvlačenje gume) – stisnuti nogama loptu

– 2 – P. P

6. Vežba za leđne mišiće

P.P: ležanje na stomaku, odručiti

– 1 – zaklon trupom

– 2 – P.P.

7. Vežba za mišiće nogu, ruku i ramenog pojasa. Penjanje i silaženje sa stepera uz potiske napred.

P.S: raskoračni (ispred visokog stepera), odručiti pogrčeno sa tegićima (2 kg)

– 1 – penjanje i silaženje sa stepera uz opružanje (potiske) ruku napred.

Trening 7

1. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, ruku i ramenog pojasa. Truster (čučanj + izbačaj sa grudi) (teg 10, 8kg, 5 kg)

P.S: Raskoračni, priručiti zgrčeno sa tegom

– 1 – čučanj

– 2 – kroz opružanje kolena do P.S. uzručiti

2. Vežba za triceps brachii. Opružanje podlaktica sa elastičnom trakom

P.S. raskoračni, priručiti zgrčeno (u laktu 90°)

– 1 – opružanje podlaktica (razvlačenje trake)

3. Vežba za trbušne mišiće i pregibače u zglobu kuka

P.P: ležanje na leđima, prednožiti pogrčeno (kuk i kolena 90° - lopta između nogu)

– 1 – 2 -pretklon trupa (podizanje lopatica) - opružanje kolena koso gore (*spuštanje nogu ka podu)

– 3 – 4 – noge vratiti u P. P – lopatice vratiti u P.P.

4. Vežba za leđne mišiće. Opružanje leđa na lopti.

P.P: ležanje na stomaku na lopti, rukama pridržavati palicu iza glave na vratu

– 1 – zaklon trupom

– 2 – P.P.

5. Vežba za mišiće nogu, ruku i ramenog pojasa. Penjanje i silaženje sa stepera uz potiske napred.

P.S: raskoračni (ispred visokog stepera), odručiti pogrčeno sa tegićima (2 kg)

– 1 – penjanje i silaženje sa stepera uz opružanje (potiske) ruku napred.

6. Vežba za mišiće leđa. Veslanje u sedu sa trakom

P.P: sedeći, sunožno pogrčeno (guma oko stopala, krajevi u šakama)

- 1 – imitacija veslanja (povlačenje laktova unazad i spajanje lopatica povlačenjem ramena unazad)
- 2 - P.P.

Trening 8

1. Vežba za zadnji deo ramena i gornji deo leđa. Odručenja sa trakama u stojećem stavu – visoko

P.S: raskoračni, predručiti gore (prihvatiti šakama krajeve elastične trake postavljene visoko)

- 1 – odručiti zgrčeno
- 2 – P. P ruku

2. Vežba za unutrašnju, prednju grupu mišića buta, i sedalne mišiće. Čučanj + addukcija

P.S. raskoračni (velika lopta između nogu)

- 1 – čučanj, stisnuti loptu unutrašnjim mišićima buta
- 2 – P.S.

3. Vežba za leđne mišiće - veslanje u pretklonu (elastična guma – stati na sredinu gume, pridržavati krajeve)

- P.S. mali raskoračni (paralelni), kolena blago savijena, pretklon trupom (45° ili 90° u odnosu na podlogu), predručiti sa gumom
- 1 - zaručiti pogrčeno; povlačiti gumu u ravni sa trbuhom
- 2 - opručiti ruke do početnog položaja;

4. Vežba za zadnju grupu mišića buta i sedalne mišiće. Podizanje kukova.

P.P: ležanje na leđima, nogama na velikoj lopti

- 1 – podići kukove (+ saviti noge u kolenima, tj. pogrčiti)
- 2 – opružiti kolena – P.P.

5. Vežba za celo telo. Iz upora stojećeg doći do upora prednjeg.

P. S: raskoračni, priručiti

- 1 – upor stojeći – šetajući na šakama doći do upora prednjeg – istim načinom doći do P.S.

6. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, ruku i ramenog pojasa. Iskoraci + uzručenje

P.S: mali raskoračni, predručiti sa palicom

- 1 - iskoraci (uz čučanj), uzručenje – naizmenično desnom i levom nogom

- 2 – P. S.

- Nakon prve i treće serije aktivna pauza: marširanje, jogging

Trening 9

1. Vežba za mišiće leđa. Veslanje u pretklonu (elastična traka - krajevi omotani oko palice) - P.S. mali raskoračni, pretklon trupom, predručiti sa palicom i gumom

- 1 - zaručiti pogrčeno- imitiranje pokreta veslanja,

- 2 - opručiti ruke do početnog položaja;

2. Vežba za unutrašnju i prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće, mišiće ramena (m. deltoideus). Čučanj + predručiti.

P.S. raskoračni (velika lopta između nogu), pruručiti sa tegićima:

- 1 - čučanj uz stisak lopte nogama, predručenje gore

- 2 - P.S.

3. Vežba za triceps brachii. Opružanje podlaktica

P.S. raskoračni, uzručenje pogrčeno sa trakom

- 1 - opružanje podlaktica (razvlačenje trake)

- 2 - početni položaj ruku;

4. Vežba za prednju grupu mišića buta, sedalne mišiće

P.S. mali raskoračni, pruručiti sa tegićemem (2, 5 kg)

- 1 – 2 – čučanj - iskorak D

- 3 – 4 – čučanj – iskorak L

5. Vežba za grudne mišiće, ruku i ramenog pojasa. Sklekovi.

P.P. upor klečeći, jednom rukom oslonac na steperu, druga na podu

- 1 - sklek,

- 2 - P.P.

- 3 - šetajući šakama u uporu postaviti drugu ruku na drugu stranu stepera - sklek

- 4 – P.P.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписана: Ана Маријанац

Број уписа: 03/2013

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

УТИЦАЈ МОДЕЛА ПРОГРАМА ВЕЖБАЊА НА КОШТАНУ ГУСТИНУ И БИОХЕМИЈСКЕ МАРКЕРЕ
КОШТАНОГ РЕМОДЕЛОВАЊА КОД ЖЕНА У ПРЕ- И ПОСТМЕНОПАУЗИ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за лобијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршила ауторска права и користила интелектуалну својину других лица.

У Новом Саду, 2018. Године

Потпис

Ана Маријанац

Прилог2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Ана Маријанац

Број уписа: 03/2013

Студијски програм: спорт

Наслов рада: Утицај модела програма вежбања на коштану густину и биохемијске маркере коштаног ремоделовања код жена у пре- и постменопаузи

Ментор:

Проф. др Борислав Обрадовић

Доц. сц мед Јованка Новаковић-Паро

Потписана

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предала за објављивање на порталу Дигитална библиотека дисертација Универзитета у Новом Саду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама Дигиталне библиотеке дисертација, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Новом Саду.

У Новом Саду, 2018. Године

Потпис

Ана Маријанац

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Централну библиотеку Универзитета у Новом Саду да у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Утицај модела програма вежбања на коштану густину и биохемијске маркере коштаног ремоделовања код жена у пре- и постменопаузи

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одбраном тилу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа.)

У Новом Саду, 2018. године

Потпис

Olga Marjanac