

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Sveučilište u Dubrovniku  
Institut Ruđer Bošković**

Sveučilišni poslijediplomski interdisciplinarni doktorski studij  
Molekularne bioznanosti

**ERNA DAVIDOVIĆ CVETKO**

**METABOLIZAM KOSTI U POPULACIJI MLADIH U  
DOBI OD 20 DO 30 GODINA: UTJECAJ STILA  
ŽIVOTA I TJELESNE AKTIVNOSTI**

DOKTORSKI RAD

Osijek, 2014.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Sveučilište u Dubrovniku  
Institut Ruđer Bošković  
Sveučilišni poslijediplomski interdisciplinarni  
doktorski studij Molekularne bioznanosti

Doktorski rad

Znanstveno područje: Biomedicina i zdravstvo  
Znanstveno polje: temeljne medicinske znanosti

### METABOLIZAM KOSTI U POPULACIJI MLADIH U DOBI OD 20 DO 30 GODINA: UTJECAJ STILA ŽIVOTA I TJELESNE AKTIVNOSTI

Erna Davidović Cvetko

Rad je izrađen u: Katedri za Fiziologiju i imunologiju Medicinskog fakulteta u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc Ines Drenjančević

#### Kratki sažetak doktorskog rada:

U radu je istražen utjecaj stila života i prehrane na stanje kostiju mladih u dobi od 20 do 30 godina, te promjene u metabolizmu kosti inducirane aerobnim treningom u trajanju osam tjedana. Mjerena je gustoća i mineraliziranost kostiju denzitometrijski, te su korelirane sa sastavom tjelesne mase, tjelesnom aktivnošću, nivoom kondicije i unosom različitih nutrijenata prehranom. Promjene u metabolizmu promatrane su pomoću biokemijskih biljega koštane pregradnje. Prikazani rezultati pokazuju da aerobni trening dovodi do intenziviranja procesa pregradnje kosti u ispitivanoj populaciji.

Broj stranica: 144

Broj slika: 79

Broj tablica: 25

Broj literaturnih navoda: 172

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: metabolizam kosti, prehrana, tjelesna aktivnost, aerobni trening, biokemijski biljezi koštane pregradnje

Datum obrane: 26. svibnja 2014.

#### Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc Jerko Barbić
2. Prof. dr. sc Ines Drenjančević
3. Prof. dr. sc Bojan Jelaković
- 4.
- 5.
6. (zamjena)

Rad je pohranjen u: Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici Zagreb, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb; Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici Osijek, Europska avenija 24, Osijek; Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, Osijek

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
University of Dubrovnik  
Ruđer Bošković Institute  
University Postgraduate Interdisciplinary Doctoral Study of  
Molecular biosciences**

**PhD thesis**

**Scientific Area: Biomedicine and health sciences  
Scientific Field: basic medical sciences**

### **BONE METABOLISM IN POPULATION OF YOUNG PEOPLE AGED 20-30 YEARS: INFLUENCE OF LIFESTYLE AND PHYSICAL ACTIVITY**

**Erna Davidović Cvetko**

**Thesis performed at: Department of Physiology and Immunology, School of Medicine of the  
University "Josip Juraj Strossmayer" of Osijek**

**Supervisor: Prof. dr. sc Ines Drenjančević**

#### **Short abstract:**

The influence of life style and food intake to bone metabolism was investigated in this PhD thesis, and also effects of aerobic exercise to bones of young people aged 20 to 30 years. Bone density and bone mineral content was measured by dual x-ray absorptiometry and results were correlated to body composition, physical activity and food intake. Changes in bone metabolism were measured by biochemical markers of bone remodeling. Presented results showed intensive remodeling process induced by aerobic exercise

**Number of pages:144**

**Number of figures: 79**

**Number of tables: 25**

**Number of references: 172**

**Original in: croatian**

**Key words: bone metabolism, diet, physical activity, aerobic excercise, biochemical markers  
of bone metabolism**

**Date of the thesis defense: 26. May 2014.**

#### **Reviewers:**

1. Prof. dr. sc Jerko Barbić
2. Prof. dr. sc Ines Drenjančević
3. Prof. dr. sc Bojan Jelaković
- 4.
- 5.
- 6.(substitute)

**Thesis deposited in:** National and University Library in Zagreb, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb; City and University Library of Osijek, Europska avenija 24, Osijek; Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Trg sv. Trojstva 3, Osijek

*U izradi ovog rada sudjelovali su ljudi kojima dugujem veliku zahvalnost:*

*mentorici prof. dr.sc. Ines Drenjančević hvala na potpori i povjerenju, te pomoći u svim fazama izrade ovog rada,*

*gospođi Kati Sigmund, Aniti Ćosić i Nebojši Nešiću hvala na pomoći u eksperimentalnom dijelu rada, na strpljivosti i susretljivosti.*

*Hvala svima koji su mi pružali moralnu podršku,*

*i najveće hvala mojoj obitelji, kojoj dugujem sve svoje uspjehe.*

*Bez njih ništa ne bi imalo smisla.*

# SADRŽAJ

---

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PREGRADNJA KOSTI</b> .....	<b>3</b>
<b>3. UTJECAJ STILA ŽIVOTA NA METABOLIZAM KOSTI- PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA</b> .....	<b>8</b>
<b>4. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	<b>15</b>
<b>5. EKSPERIMENTALNI DIO- MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>16</b>
<b>6. REZULTATI</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1. REZULTATI UPITNIKA</b> .....	<b>25</b>
<b>6.2. REZULTATI ANTROPOMETRIJSKIH MJERENJA</b> .....	<b>33</b>
<b>6.3. REZULTATI DENZITOMETRIJE</b> .....	<b>34</b>
<b>6.4. REZULTATI ODREĐIVANJA BIOKEMIJSKIH POKAZATELJA PREGRADNJE KOSTI</b> .....	<b>60</b>
<b>6.4.1. OSTEOKALCIN</b> .....	<b>61</b>
<b>6.4.2. PICP (C-TERMINALNI PEPTID KOLAGEN TIPA I)</b> .....	<b>63</b>
<b>6.4.3. PYD (PIRIDINOLIN)</b> .....	<b>65</b>
<b>6.4.4. OPG (OSTEOPROTEGERIN)</b> .....	<b>67</b>
<b>6.4.5. RANKL (RECEPTOR NUKLEARNOG K<sub>B</sub> LIGANDA)</b> .....	<b>69</b>
<b>6.4.6. PTH (PARATIROIDNI HORMON)</b> .....	<b>71</b>
<b>6.5. REZULTATI PROSPEKIVNE STUDIJE</b> .....	<b>75</b>
<b>6.5.1. PROMJENE U REZULTATIMA DENZITOMETIJSKIH MJERENJA</b> .....	<b>76</b>
<b>6.5.2. PROMJENE KONCENTRACIJA BIOKEMIJSKIH POKAZATELJA KOŠTANE PREGRADNJE</b> .....	<b>77</b>
<b>7. RASPRAVA REZULTATA</b> .....	<b>82</b>
<b>7.1 PRESJEČNO ISTRAŽIVANJE</b> .....	<b>82</b>
<b>7.2 PROSPEKTIVNO ISTRAŽIVANJE</b> .....	<b>88</b>
<b>8. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>91</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>92</b>
<b>SAŽETAK</b> .....	<b>108</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>111</b>
<b>PRILOZI</b> .....	<b>114</b>
<b>PRILOG 1</b> .....	<b>114</b>
<b>PRILOG 2</b> .....	<b>116</b>
<b>PRILOG 3</b> .....	<b>118</b>
<b>PRILOG 4</b> .....	<b>120</b>
<b>PRILOG 5</b> .....	<b>135</b>
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	<b>141</b>

# 1.UVOD

---

Pregradnja kosti je dinamičan intenzivan proces koji traje cijeli život. Kosti se stalno razgrađuju i ponovno izgrađuju radi rasta i razvoja na početku života, a kasnije radi održavanja kostura i njegovog obnavljanja, popravljanja mikropukotina i oštećenja koja nastaju zbog neprekidnog korištenja u kretanju. Da bi izdržale sve mehaničke izazove potrebno je stalno uklanjanje oštećenja i njihova zamjena novim, čvršćim kostima sa većim sadržajem minerala i boljih mehaničkih karakteristika. U odraslog čovjeka godišnje se obnovi na ovaj način 2-3% kortikalnih kosti, kojih je oko 80% u kosturu odraslog čovjeka, i nešto veći postotak trabekularnih kosti (kojih je u skeletu oko 20%) kod kojih je ovaj proces nešto brži i zastupljeniji (1). U početku života proces izgradnje dominira nad razgradnjom, naročito u prvim godinama života kada je rast i razvoj najveći. Između 20. i 30. godine života dostiže se vrhunac u veličini i gustoći kostiju tzv. „peak bone mass“, te se nakon toga proces ubrzane izgradnje usporava (2). Vrijednosti gustoće i mineralnog sadržaja, koji govore o kvalitetu kosti tada su najveće. Pokazano je da su te vrijednosti 80% određene genetskim naslijeđem, dok je utjecaj okoliša, stila života, prehrane i tjelesne aktivnosti oko 20% (3). Prema podacima iz literature povećanje gustoće kostiju u mladosti za vrijednost 1 standardne devijacije smanjuje rizik od pojave osteoporoze u starosti za 50% (4). Utjecaj stila života; tjelesne aktivnosti i prehrane ne smije se zanemariti jer su to područja u kojima je moguće uvesti promjene koje vode kako poboljšanju stanja kosti, tako i poboljšanju ukupnog zdravlja pojedinaca. Zbog sve veće prevalencije osteoporoze u današnjem društvu i svih posljedica koje ona nosi, kako smanjenja kvalitete života oboljelih, tako i ekonomskih učinaka povećanja troškova liječenja i nesposobnosti za rad oboljelih, potreba za prevencijom se povećava (5). Osim općih preporuka za djelovanje u starijoj dobi, sve zanimljivije u znanstvenim krugovima postaje djelovanje u mlađoj dobi, u smislu povećanja koštane mase u vrhuncu njenog razvoja (engl. peak bone mass). Istraživanja provedena u populacijama mladih dalekoistočnih zemalja (6, 7) pokazuju da je čak i među mladima dobi kada se očekuju najveće vrijednosti gustoće kosti raširena osteoporoza. Za karakteriziranje stanja kosti zlatni standard jest apsorpciometrija s pomoću x-zraka dviju različitih energija DXA (engl. dual x-ray absorptiometry) (8); metoda apsorpcije x-zraka koja daje podatke o gustoći kosti i sadržaju minerala u kostima. Moguće je raditi snimanje cijelog skeleta ili karakterističnih mjesta, a u praćenju osteoporoze to su kukovi, lumbalni dio kralježnice i

ručni zglob (8). Radi standardiziranja očitanih rezultata uvedene su T i Z vrijednosti, poznate kao T i Z score koje govore o položaju rezultata svakog pojedinog određivanja gustoće kostiju u odnosu na prosječnu gustoću kosti.

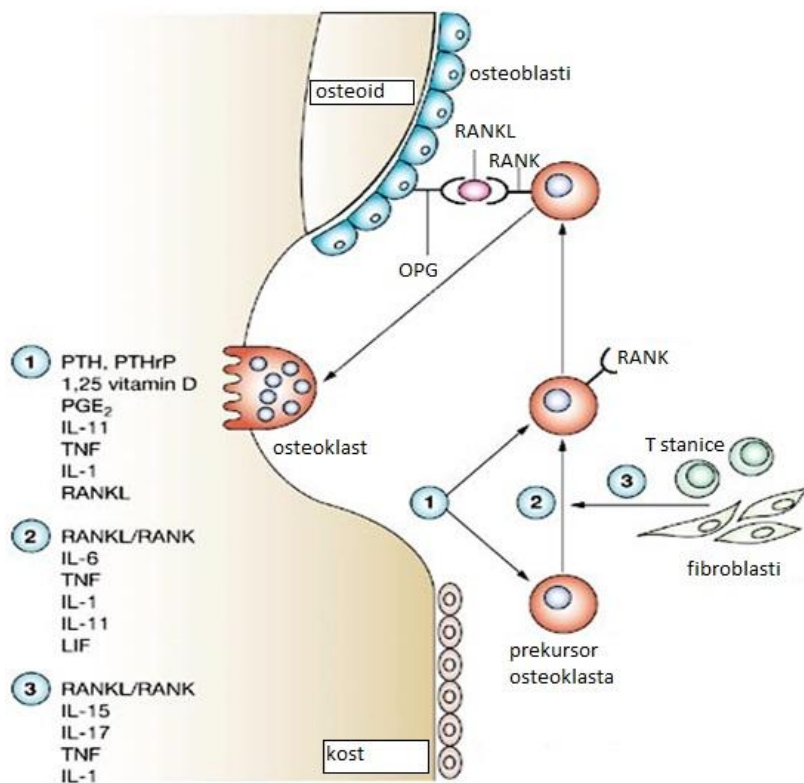
Negativne vrijednosti T-score govore da je gustoća kosti manja od prosječne gustoće, a veličina ovog odstupanja o tome koliko je ozbiljno smanjenje gustoće, tako da T-score od -1 do -2,5 znači osteopeniju, smanjenu gustoću kosti, dok T-score manji od -2,5 znači osteoporozu (9). Pojava vrijednosti gustoće kostiju koje odgovaraju osteoporozu ili su u граниčnim područjima osteopenije kod mladih ljudi objašnjavaju se suvremenim načinom života, prehranom koja je siromašna nutrijentima bitnim za zdravlje kosti kombiniranom sa sedentarnim načinom života slabe tjelesne aktivnosti i boravljenjem u zatvorenim prostorima, daleko od sunčeve svjetlosti neophodne za stvaranje vitamina D esencijalnog za zdravlje koštanog sustava (6). Osim DXA metode za praćenje stanja kosti i odgovora kosti na terapiju ili tretman vrlo su korisni biokemijski pokazatelji koštane pregradnje (10), s obzirom da daju brz uvid u promjene u kostima, te otkrivaju mehanizme i putove promjena koje se događaju u kostima. Među biokemijskim pokazateljima koriste se uglavnom sudionici ili produkti koštanog metabolizma. I pored intenzivnog povećanja interesa znanosti za putove i mehanizme u metabolizmu kosti, oni nisu u potpunosti razjašnjeni. Također načini na koje je moguće utjecati na održavanje ravnoteže između procesa izgradnje i razgradnje kosti, te sprječavanje prevladavanja razgradnje nad izgradnjom, kako bi se smanjila pojavnost i posljedice osteoporoze, nisu u potpunosti istraženi i još je mnogo pitanja koja su neodgovorena.

## 2. PREGRADNJA KOSTI

---

U procesu pregradnje glavnu ulogu imaju dvije vrste stanica: osteoklasti i osteoblasti. Osteoklasti su velike multinuklearne stanice koje nastaju iz mieloidnih stanica djelovanjem različitih transkripcijskih faktora, procesima koji još nisu u potpunosti razjašnjeni (11). Njihove glavne karakteristike po kojima se mogu prepoznati jesu multinuklearnost, te ekspresija tartarat-rezistentne kisele fosfataze i receptora za kalcitonin (12). Regulacija nastanka i aktivnosti osteoklasta odvija se uglavnom preko RANKL puta. RANKL (receptor aktivator nuklearnog kappa B liganda) je membranski protein tipa II koji pripada porodici TNF, dok je njegov receptor RANK protein tipa I. Osteotropni hormoni i faktori kao što su 1,25 dihidroksivitamin D<sub>3</sub>, PTH (paratiroidni hormon), PGE<sub>2</sub> i IL11 povećavaju ekspresiju RANKL na površinama membrana osteoblasti/ stromalne stanice, koji zatim reagira sa RANK molekulama na površini preosteoklasta (prekursorskih molekula osteoklasta), čime se aktivira signalni put preko molekula pripadnika porodice TRAF (TNF-receptor aktivatora) koji aktiviraju nuklearni faktor kappa B (NF-κB) koji dalje aktivira ključne molekule za osteoklastogenezu; nuklearni faktor aktivacije T-stanica (NFATc1) (13). Postoje dokazi da na nastanak osteoklasta utječu stanice imunog sustava, pri čemu glavnu ulogu u formiranju osteoklasta imaju receptori slični imunoglobulinu (14). Intenzivna su istraživanja povezanosti imunog sustava i kosti, tako da se razvila nova interdisciplinarna grana osteoimunologija (15). Ovaj mehanizam interakcije i sudjelovanja imunog sustava u metabolizmu kosti još nije u potpunosti razjašnjen. Kako RANKL/RANK signalni put ovisi o interakciji osteoblasta i prekursora osteoklasta, može se reći da su osteoblasti ključne stanice za diferencijaciju i nastanak osteoklasta. Nastajanje osteoklasta prva je faza u pregradnji kosti koja se još zove aktivacija ili aktivacijska faza, u kojoj različiti poticaji, kao što su mikrooštećenja, povećanje mehaničkog opterećenja koje osjete osteociti ili faktori kao faktor rasta sličan insulinu, tumor nekrosis faktor (TNF) ili interleukin 6 (IL-6) aktiviraju osteoblastne stanice na površini koje počinju pojačanu ekspresiju RANKL, što dalje inicira put nastanka osteoklasta (14). Ovaj mehanizam prikazan je slikom 2.1. u kojoj su naznačene i molekule koje sudjeluju ili imaju utjecaj na sudionike ovog procesa.





**Slika 2.1.** Mehanizmi nastanka osteoklasta u pregradnji kosti. Oznakama 1, 2 i 3 prikazane su molekule koje sudjeluju ili imaju utjecaj na sudionike procesa nastanka osteoklasta. Modificirano prema Lane, 2006. (23)

Nastali osteoklasti sudjeluju u sljedećoj fazi pregradnje kosti, a to je resorpcija. U fazi resorpcije prvo se uklanjaju alkalne soli hidroksiapatita stvaranjem kisele sredine ubacivanjem protona. Potrebne protone osigurava karbon anhidraza II (CA II) (16) koja katalizira hidrataciju CO<sub>2</sub> i formiranje ugljične kiseline (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), koja disocira na protone i bikarbonatne ione. Anioni se uklanjaju elektroneutralnom zamjenom sa kloridima u bazolateralnoj membrani (17), tako da ubacivanjem klorida umjesto bikarbonatnih iona nastaje HCl, jaka kiselina koja lako otapa hidroksiapatit (18). Nakon uklanjanja hidroksiapatita razlaže se organski matriks kosti djelovanjem matriks metaloproteinaza i lizozomalnih katepsina, od kojih najbitniju ulogu ima kathepsin K (14). Slijedi faza obrata, u kojoj prestaje razgradnja i priprema se izgradnja nove kosti. Točan put signaliziranja kraja resorpcije i početka obnavljanja, kao i molekule koje sudjeluju nisu u potpunosti poznati (1). Najvjerojatnije u ovom procesu sudjeluju TGF-β, IGF-1, IGF-2 (19). Koncentracija TGF-β u matriksu pozitivno korelira sa koncentracijama osteokalcina i B-ALP u serumu (1). On vjerojatno inhibira nastanak RANKL u osteoblastima, čime se smanjuje aktivnost osteoklasta. Sljedeća faza u pregradnji kosti je izgradnja, u kojoj dolazi do izgradnje prvo organskog

matriksa koji se zatim mineralizira, tj. u njega se ugrađuju kristali hidroksiapatita. Glavnu ulogu u ovoj fazi imaju osteoblasti. Osteoblasti su stanice koje sintetiziraju koštani matriks, neke od njih ostaju zarobljene u tom matriksu, pa se nazivaju osteociti, a neke ostaju na površini kosti u spljoštenom obliku. Postoje različite subpopulacije u okviru populacije osteoblasta, koje različito reagiraju na djelovanje hormona, mehaničke signale ili signale citokina (20). U njihovom nastanku iz mezenhimalnih stanica uključen je Wnt/  $\beta$ -katenin put (20). Wnt-ovi su glikoproteini koji se nalaze u svim životinjskim vrstama. U humanom genomu ima 19 Wnt gena koji utječu na različite aktivnosti u stanicama od proliferacije, migracije, ekspresije gena. Aktiviranje Wnt/  $\beta$ -katenin puta ostvaruje se vezanjem Wnt za transmembranske receptore čime se povećava nivo  $\beta$ -katenina u citosolu. Aktivnost  $\beta$ -katenina je nužna za diferencijaciju zrelih osteoblasta i posljedično za formiranje kosti (20). Koji točno Wnt protein sudjeluje u ovom putu nije još potvrđeno (21). Pokazano je nekim in vitro istraživanjima da su Wnt geni odgovorni za ekspresiju OPG koji je među ključnim molekulama u metabolizmu kosti (22).

Kost se sastoji od 50-70% minerala, 20-40% organskog matriksa, 5-10% vode i do 3% lipida (1). Među proteinima 85-90% je kolagena, među kojima prevladavaju kolagen tipa I sa tragovima kolagena tipa III i V. Među nekolagenim proteinima kosti su uglavnom proteoglikani i glikozilirani proteini i  $\gamma$ -karboksilirani (gla) proteini, uključujući albumin iz seruma i  $\alpha$ 2-HS-glikoprotein koji se zbog svoje kiselosti vežu na hidroksiapatit (1). Ovi proteini iz seruma pomažu u regulaciji mineralizacije koštanog matriksa i mogu sudjelovati u reguliranju proliferacije stanica u kostima.

Organski matriks održava kosti fleksibilnim i elastičnim, dok minerali daju snagu i mehaničku otpornost. Minerali se smještaju u pukotine između kolagenih niti (24). Izvancelularna tekućina je zasićena hidroksiapatitom, ali suprotno dosadašnjim vjerovanjima nije presićena pa precipitacija ne ide spontano (1). Postoje promoteri koji reguliraju ovaj proces, kao što su fosfoprotein kinaza i alkalna fosfataza, koje uklanjaju inhibitore kristaliziranja hidroksiapatita, te stvaraju centre nukleizacije i na taj način potiču mineraliziranje matriksa (1). Bitnu ulogu u mineraliziranju ima i vitamin D u svom aktivnom obliku 1,25 dihidroksi vitamin D osiguravajući povoljne koncentracije kalcija i fosfata (25).

Oko 50-70% snage i mehaničkih karakteristika kosti određeno je masom kosti (26). Važne su svakako geometrija i sastav kosti, tako da snaga raste sa radijusom na četvrtu potenciju (1).

Veće kosti uvijek su izdržljivije od malih kosti. Sastav je također bitan, neke mutacije u proteinima organskog matriksa mogu smanjiti snagu i izdržljivost kosti. (1)

U normalnom zrelom skeletu čovjeka razlikuju se dvije vrste kosti koje se razlikuju po svojim makroskopskim i mikroskopskim karakteristikama: kortikalne i trabekularne kosti (1). 80% skeleta čine kortikalne kosti koje su gušće, čvršće i kompaktnije i daju kostima potrebnu čvrstoću. Proces pregradnje u ovim kostima je sporiji, ali moguć ako postoji dugotrajan deficit minerala u organizmu. Trabekularne kosti, s druge strane, koje čine 20% mase skeleta, manje su gustoće i metabolički vrlo aktivne tako da se većina pregradnje odvija baš u njima, te služe kao brz izvor minerala u slučaju deficita. Uglavnom su u unutrašnjosti dugačkih kostiju, daju im elastičnost i doprinose poboljšanju mehaničkih karakteristika kosti. (27)

Najvažniji regulator metabolizma kalcija, pa time i metabolizma kosti je paratiroidni hormon (PTH). PTH je mali protein koji se sastoji od 84 aminokiseline, vrlo kratkog poluživota od oko 4 minute. Paratiroidne stanice osjetljive su na promjenu koncentracije kalcija, tako da pad koncentracije kalcija dovodi do pojačanog izlučivanja PTH. On djeluje na ciljane organe: na bubrege u kojima povećava resorpciju kalcija, izlučivanje fosfata i formiranje 1,25-dihidroksi vitamina D, te na kostur. Njegov utjecaj na kosti svodi se na aktiviranje proizvodnje osteoklasta, poticanjem osteoblasta na produkciju citokina koji aktiviraju osteoklaste, te povećanjem produkcije molekula koje induciraju nastanak više osteoklasta: M-CSF (macrophage colony-stimulating factor) i RANKL (receptor aktivator za nuklearni faktor  $\kappa$ B ligand), i smanjenjem izlučivanja OPG (osteoprotegerin) koji nastaje u osteoblastima, a služi kao inhibitor RANKL (28) Anaboličko djelovanje na osteoblaste proučavano je intenzivno zadnjih godina. Rezultati ukazuju na povećanje proliferacije i diferencijacije, te smanjenje apoptoze osteoblasta pod utjecajem PTH(29).

Glukokortikoidi pokazuju i stimulatorni i inhibirajući učinak na stanice kosti. Neophodni su za diferencijaciju osteoblasta iz mezenhimalnih progenitorskih stanica, ali smanjuju aktivnost zrelih osteoblasta (27).

Tiroidni hormoni stimuliraju kako resorpciju, tako i formiranje kosti, pa je čest gubitak koštane mase u hipertiroidizmu zbog ubranog metabolizma kosti. (29)

Među bitnim faktorima koji utječu na metabolizam kosti i time na njihov kvalitet su svakako i hormoni estrogene i androgeni (30). Estrogeni, kako su pokazali Shevde i suradnici (31), smanjuju diferencijaciju osteoklasta utječući na ekspresiju RANKL. Pri tom, prema dosadašnjim istraživanjima, ovaj utjecaj se ne odvija direktno na osteoklastima nego preko

linije osteoblasta. Furuyama et al (32) pokazali su da estrogen negativno regulira kathepsin K na mRNA nivou. Citokini osteoklasta koji su pod utjecajem estrogena su interleukin 1 i 6 i TNF- $\alpha$ . Detaljni mehanizmi djelovanja estrogena još nisu u potpunosti razjašnjeni (30). Androgeni utječu na diferencijaciju i apoptozu osteoblasta. Pokazano je da djeluju i direktno na osteoklaste potičući njihovu apoptozu. Vjerojatno put djelovanja uključuje citokine, kao IL-6, TGF-beta i IGF (30).

### **3. UTJECAJ STILA ŽIVOTA NA METABOLIZAM KOSTI- PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA**

---

Iako je procijenjeno da je utjecaj vanjskih faktora na kvalitetu kosti samo oko 20%, dok je ostalih 80% određeno naslijeđem (3), ne smije se podcijeniti važnost spoljnih čimbenika. Naime, to je onaj dio na koji možemo utjecati, te promjenom stila života, prehrane i posebice tjelesne aktivnosti moguće je u nekoj mjeri prevenirati bolesti koštanog sustava, stoga i ne čudi da je uloga vanjskih čimbenika na zdravlje kosti sve prepoznatija (33). U današnje vrijeme, posljedično velikom tehnološkom napretku, čovjek sve više postaje sedentaran, kretanje je smanjeno, hrana siromašna nutrijentima bitnim za normalne metaboličke procese, tako da svi procesi u organizmu, pa tako i metabolizam kosti trpe promjene.

Kosti su osjetljive na mehanički stres te on doprinosi izgradnji izložene kosti. Npr sportovi sa reketom razvijaju kosti dominantne ruke, dok sportovi koji uključuju skakanje proizvode veći stres i opterećenje u nogama, te se jačaju kosti nogu. Skelet posjeduje biološki kontrolni sistem koji reagirajući na mehanički podražaj, ojačava kosti u onom djelu skeleta koji je najizloženiji (34). Tjelesna neaktivnost (35), dugotrajna imobiliziranost (36) ili nedostatak gravitacijskog opterećenja kao u svemirskim letovima (37) mogu voditi do gubitka koštane mase, dok sa uvođenjem pojačane tjelesne aktivnosti dolazi do popravljivanja stanja kosti (38). Najveći utjecaj na gustoću kosti vježbanje ima u skeletu koji nije dostigao maksimalnu veličinu, u djetinjstvu i mlađoj dobi, dok se u starijoj dobi mehaničkim opterećenjem ne dobija tako intenzivan odgovor metabolizma kosti (34, 39). Prije postizanja peak bone mass, najveće koštane mase, kako je pokazano studijama na djeci i mladima (38, 40) povećanje tjelesne aktivnosti dovodi do povećanja BMD (gustoća kosti) i BMC (sadržaja minerala u kostima) i kortikalne veličine kosti. Pokazano je i pozitivno djelovanje na jačinu kosti (41-43). McWhannell et al (44) pokazali su da kod djece 10-11 godina već nakon 9 tjedana intenziviranja tjelesne aktivnosti dolazi do povećanja BMD koje je značajno veće nego kod sedentarne skupine. Gracia-Marco et al u velikoj HELENA studiji (45) proučavali su vezu između intenziteta tjelesne aktivnosti i BMD kod adolescenata i došli do zaključka da je manje od 41 do 45 min/dan aktivnosti srednjeg do visokog intenziteta povezano sa smanjenom gustoćom kosti, dok se 32 min/dan aktivnosti visokog intenziteta povezuje sa povećanom BMD.

Pozitivnu korelaciju BMD s nivoom tjelesne aktivnosti dobili su Nilsson i suradnici (46) u svojoj petogodišnjoj studiji u kojoj su proučavali povezanost tjelesne aktivnosti sa razvojem kosti u mladih muškaraca. Slične rezultate dobili su Kim et al (47) koji su našli pozitivnu korelaciju totalnog metaboličkog ekvivalenta (MET) sa BMD u lumbalnoj kralježnici i femuru. Rezultati Lichfield studije (48) pokazuju da već kratkotrajni aerobni trening od 12 tjedana dovodi do povećanja BMD u kukovima kod mladih muškaraca. Brojna su istraživanja sa sličnim rezultatima, u kojima je prikazan pozitivan učinak tjelovježbe na BMD (49-57).

Potvrdu Wolffovog zakona (58) koji kaže da mehaničko opterećenje na kosti preko mišića ima direktan efekt na pregradnju kosti, donose rezultati Dias Quiterio et al (59), koji su proučavali koštanu masu kod adolescenata koji se bave različitim sportovima ili su sedentarni. Sportaši su razdvojeni na one koji se bave sportovima sa opterećenjem na kosti, tzv high-impact sportovi: gimnastika, košarka, odbojka i one koji se bave sportom u kojem nema opterećenja kosti: plivanjem. Rezultati pokazuju da je BMD kod sportaša koji se bave high impact sportovima veća u odnosu na sedentarnu kontrolu i plivače, dok su plivači imali manju BMD i od kontrolne sedentarne skupine u nekim dijelovima skeleta. Istraživanje Friesena i suradnika (60) pokazuje da mladi ljudi koji se bave modernim plesom takođe imaju veći BMD u lumbalnoj kralježnici i kukovima od sedentarne kontrole, što objašnjavaju upravo posljedicu high impact aktivnosti. Step aerobik kojim su se bavili ispitanici u istraživanju Liang et al (61) u 12 mjeseci povećao je značajno BMD u peti do tada sedentarnih 20-35 godišnjih žena, dok trening snage sličnog intenziteta i trajanja nije imao utjecaja na BMD. Nichols i Rauh (62) prateći bicikliste pokazali su da svi koji se bave sportovima u kojima nedostaje impact trebaju uključiti high impact trening da bi sačuvali zdravlje kosti. Naime biciklisti u njihovoj studiji imali su manji BMD od sedentarne kontrole, a u 7 godina koliko su ih pratili BMD biciklista smanjio se više nego u sedentarnoj kontroli. Kod atletičara, trkača na kratke i duge staze pokazane su bitne razlike u pokazateljima koštanog metabolizma u odnosu na sedentarnu populaciju, pri čemu su zamjetne promjene koje ukazuju na aktiviranu pregradnju kosti kod izuzetnih napora, kakvi su npr maratoni (63, 64)

Andreoli i suradnici (65) pokazali su da bivši sportaši i u poznoj životnoj dobi, nakon prestanka aktivnog bavljenja sportom imaju veću BMD od sedentarne kontrole, tj da bavljenje sportom u mladosti može doprinijeti očuvanju koštane mase u starijoj dobi. Morseth et al u Tromso studiji (66) dobili su slične rezultate. Njihovi rezultati ukazuju na to da je rekreativno bavljenje aktivnošću u odrasloj dobi povezano sa većim vrijednostima BMD

i smanjenim rizikom od osteoporoze u starosti. Do sličnog zaključka došli su Tveit i suradnici (67) koji su našli da umirovljeni sportaši u poznim godinama i dalje imaju veći BMD od nesportaša, i time manji rizik od osteoporoze. Brahm sa suradnicima u svom proučavanju koštane mase u populaciji Šveđana, međutim, nije pronašao nikakvu vezu između tjelesne aktivnosti i gustoće kosti (68).

Osim tjelesne aktivnosti postoje i drugi čimbenici koji mogu utjecati na metabolizam kosti. Među njima vrlo bitno mjesto ima ishrana. Naime, u užurbanom zapadnjačkom stilu života prevladava tzv „brza hrana“ koja je bogata kalorijama, ali siromašna nutrijentima koji su bitni za razvoj kosti, tako da često zbog manjka esencijalnih nutrijenata dolazi do poremećaja u metabolizmu kosti koji za posljedicu imaju slabe kosti.

Očekivano bitni nutrijenti za kosti, s obzirom da su dijelovi kosti su kalcij i fosfor koji čine oko 80% mineralnog dijela kosti (3). Organski matriks čine proteini, a ostali nutrijenti koji su bitni su oni minerali i vitamini koji sudjeluju u metabolizmu ili utječu na sudionike metabolizma kosti.

Tijelo odraslog čovjeka sadrži oko 1000 do 1500 g kalcija, od čega je 99% u kostima u obliku hidroksiapatita. Odgovor metabolizma kosti na promjenu unosa kalcija dobija se samo ukoliko je koncentracija ispod potrebne, dok povećanje unosa iznad potrebnog neće dovesti do poboljšanja gustoće kostiju, nego samo do povećanja izbacivanja viška kalcija urinom, kako su pokazali Matkovic i Heaney (69). Potrebe odraslog čovjeka za kalcijem su oko 1200 mg/dan (70), a glavni izvori su mlijeko i mliječne prerađevine, tamno zeleno lisnato povrće (npr špinat), losos, bademi (70). Istraživanja u SAD pokazuju da je prosječni unos kalcija manji od preporuke kod 60-70% adolescenata, te kod 70% postmenopauzalnih žena (71). Stoga ne čudi da je većina istraživanja došlo do rezultata da je povećanje unosa kalcija, te posebice suplementacija kalcijem povezana sa povećanjem BMD (72-74). Habibzadeh (75) u svom istraživanju utjecaja konzumacije mlijeka na gustoću kosti kod debelih i mršavih žena u dobi 20-25 godina zaključuje da je konzumiranje mlijeka u dovoljnim količinama u adolescenciji povezano sa boljim kostima, tj većom gustoćom kosti i time prevencija osteoporozi u starijoj dobi. Dionyssiotis i suradnici (76) na osnovu rezultata svojih istraživanja došli su do zaključka da su za optimalnu gustoću kosti jednako važni redovita tjelesna aktivnost i dovoljan unos kalcija.

85% ukupne količine fosfora u tijelu je u kostima, a nalazi se u mnogim namirnicama: mesu, ribi, jajima, mliječnim proizvodima, koštunjicavim plodovima, žitaricama, legumima i

napitcima cola tipa (coca cola, pepsi cola i slično). Upravo zbog prisustva u vrlo popularnim napitcima, a i kako se fosfati često dodaju u aditive hrani unos fosfora prema Ilich (3) premašuje potrebe metabolizma. Preporučeni dnevni unos je 700 mg. Postoje pretpostavke da velik unos fosfora može imati negativan utjecaj na kosti, jer povećanje koncentracije fosfora u krvi može uzrokovati prolazni pad koncentracije kalcija, što uzrokuje povećanje koncentracije PTH, a koji aktivira resorpciju kosti radi normaliziranja nivoa kalcija u serumu. Pokusi na životinjama (77) pokazali su da ishrana bogata fosforom, a siromašna kalcijem djeluje nepovoljno na kosti. Također su postojale pretpostavke nepovoljnog utjecaja unosa gaziranih pića koja sadrže fosforu kiselinu, zbog narušavanja acido-bazne ravnoteže do kojeg može doći, ali istraživanja na ovu temu daju različite rezultate, u nekim je pokazano smanjenje BMD s povećanim unosom gaziranih pića, dok u drugi opovrgavaju ove tvrdnje (3).

Magnezija je u tijelu oko 25 grama od čega je dvije trećine u kostima. On je adsorbiran na površini hidroksiapatita, a ima bitnu ulogu u metabolizmu kalcija, tako da nedostatak magnezija može dovesti do hipokalcemije preko utjecaja na sekreciju PTH (78). Glavni izvori magnezija su sjemenke, koštunjčavi plodovi, ima ga u mliječnim proizvodima, čokoladi, kavi. Preporučeni dnevni unos je 320-420 mg (79). U istraživanjima povezanosti unosa magnezija i BMD ima različitih rezultata, neki nisu našli korelaciju između unosa Mg i BMD (80,81), dok drugi nalaze pozitivnu korelaciju (82).

Proteini su sastavni dio kosti, i postoje istraživanja koja potvrđuju da je smanjen unos proteina povezan sa smanjenjem gustoće, te oslabljivanjem kosti (83), međutim postoje različite kontroverze glede utjecaja konzumiranja proteina na metabolizam kosti. Na osnovu fizikalno-kemijskih karakteristika kristala apatita, te nekih kratkotrajnih studija povezanosti unosa proteina sa povećanim izbacivanjem kalcija urinom, postavljena je hipoteza da unos proteina, posebice animalnih proteina može negativno utjecati na metabolizam kosti jer može dovesti do pada pH, a povećanje kiselosti može uzrokovati otapanje hidroksiapatita u kostima (83). Međutim, postoje dokazi da je ovakav utjecaj proteina može biti problem samo kod nedovoljnog unosa kalcija (84). U istraživanjima se uglavnom potvrđuje pozitivna korelacija između unosa proteina i gustoće kostiju (85,86).

Vitamin D je esencijalan za kosti, a glavni izvori su, osim sunčeve svjetlosti pod čijim utjecajem se sintetizira vitamin D u koži još i nutritivni izvori: riba, oplemenjeno mlijeko i mliječni proizvodi (kojima je dodan vitamin D). Vitamin D vrlo je bitan za apsorpciju kalcija u



crijevima i održavanje povoljne koncentracije kalcija u krvi. Padom koncentracije kalcija u krvi PTH stimulira hidroksilaciju 25-hidroksi vitamina D u položaju 1 u bubrezima, tako da se stimulira nastanak aktivne forme ovog vitamina 1,25- dihidroksi vitamina D. On također ima direktan utjecaj na osteoklaste i metabolizam kosti. Povećanje unosa vitamina D povezano je u brojnim studijama sa smanjenjem gubitka koštane mase i smanjenjem rizika od prijeloma u starijoj dobi (87-92).

Vitamin C vrlo je važan u sintezi kolagena i nedostatak ovog vitamina može dovesti do slabljenja organskog matriksa kosti (93). U studijama povezanosti unosa C vitamina i BMD ima različitih rezultata. Neki rezultati potvrđuju pozitivnu korelaciju unosa vitamina C i BMD (94, 95), dok drugi (96) zaključuju da nema dokaza da je unos vitamina C povezan sa BMD. Maggio i suradnici (97) u svojem istraživanju povezanosti oksidativnog stresa sa osteoporozom određivali su sadržaj antioksidanata (vitamina C, E i A) u krvi osteoporotičnih žena i zdravih kontrola, te su našli da je nivo vitamina C kod osteoporotičnih žena manji nego u kontrolnoj skupini. Kakav god bio razlog nedostatka vitamina u prisustvu osteoporoze, definitivno je i ova studija pokazala da antioksidanti imaju utjecaj na metabolizam kosti, te da je unos ovih vitamina, posebice vitamina C bitan faktor za zdravlje koštanog sistema.

Vitamin K je koenzim glutamat karboksilaze koja je uključena u sintezu Gla proteina, koji sudjeluju u mineralizaciji kosti (98). Postoje studije koje povezuju nedostatak vitamina K u prehrani sa smanjenim vrijednostima BMD (99). Također je pokazano (100) da smanjuje izbacivanje Ca urinom. Uglavnom se nalazi u zelenom lisnatom povrću, kao što su brokula, kupus, špinat, zelena salata, i unos hranom više je nego dovoljan za metaboličke potrebe. U opasnosti od premalog unosa su samo oni koji su na dugotrajnoj terapiji antibioticima, jer osim nutritivnog unosa izvor ovog vitamina su intestinalne bakterije.

Elementi koji sudjeluju kao kofaktori enzima uključenih u metabolizam kosti, a utjecaj njihovog unosa na gustoću kosti nije u potpunosti istražen su još: cink, bakar i željezo. Cink je kofaktor enzima alkalne fosfataze koja je uključena u mineralizaciju kosti, te kolagenaze bitne za razvoj organskog matriksa kosti (101) tako da je dovoljan unos ovog elementa vrlo bitan za zdravlje kosti. Nalazi se uglavnom u animalnim proteinima, crvenom mesu, ribi, školjkašima, jajima, mlijeku, cjelovitim žitaricama, tako da je nedostatak Zn moguć u slučajevima ishrane sa slabim unosom proteina. Bakar je kofaktor enzima lizil-oksidaze koji sudjeluje u sintezi kolagena, doprinoseći unaprjeđenju mehaničkih karakteristika kolagenih vlakana (102), ali ne postoje podaci o utjecaju unosa ovog elementa na stanje koštanog

sustava. Željezo je kofaktor enzima koji sudjeluju u sintezi kolagena, međutim postoje dokazi toksičnosti željeza na stanice kosti, u stanjima i bolestima prevelike količine željeza, kao što su hemokromatoza, bantuo sideroza, kronične renalne bolesti (103), iako nije dokazano da li negativan utjecaj dolazi direktno od Fe ili od posljedično razvijenog nedostatka vitamina C.

Natrij, koji se unosi uglavnom kao kuhinjska sol (NaCl) je element koji utječe na koncentraciju kalcija i to tako da povećava izlučivanje kalcija urinom. Prosječno na svakih 100 mmola Na u urinu se izluči 0,6-1 mmol Ca (104). Postoje studije koje pokazuju negativan utjecaj povećanog konzumiranja soli na kosti (105), međutim postoje i istraživanja koja govore o pozitivnoj korelaciji unosa soli i BMD (106, 107), tako da utjecaj soli u prehrani na metabolizam kosti ostaje tema koju treba dodatno istražiti (108).

U posljednje vrijeme pojavljuju se rezultati istraživanja povezanosti unosa masnoća sa stanjem kosti i metabolizmom kosti. Orchard i suradnici (109) istražujući povezanost unosa zasićenih i nezasićenih masnih kiselina s rizikom od prijeloma pokazali su da je unos zasićenih masti povezan s povećanim rizikom od prijeloma, dok je unos mono i polinezasićenih masnih kiselina povezan sa smanjenim rizikom od prijeloma. Također postoje dokazi o povezanosti povećanog unosa omega-3 masnih kiselina s većim BMC u mlađoj muškoj populaciji (110), te o negativnoj korelaciji sa markerima resorpcije kosti (111).

Također je istraživana utjecaj pušenja na metabolizam kosti, kao i konzumiranja kave i alkohola. Rezultati uglavnom pokazuju da je pušenje povezano sa smanjenom BMD (112, 113), ali je pokazano da antioksidantni vitamini mogu ublažiti ovaj negativni utjecaj pušenja na metabolizam kosti (114). Konzumiranje kave ima negativan utjecaj na BMD, naročito u slučajevima nedovoljnog unosa kalcija, jer kava kao diuretik doprinosi izbacivanju kalcija urinom(115). Kofein također može utjecati na apsorpciju kalcija u crijevima(116), stoga se konzumiranje kave u velikim količinama smatra faktorom rizika za smanjenje gustoće kosti. Alkohol, kada se konzumira u velikim količinama ima negativan utjecaj na kosti, koji se ogleda u smanjenoj apsorpciji nutrijenata esencijalnih za zdravlje kosti, utjecaja na jetru čime se direktno utječe na metabolizam vitamina D, i direktnoj toksičnosti na osteoblaste (3).Međutim konzumiranje alkohola u manjim količinama pokazalo se da ima pozitivan utjecaj na metabolizam kosti, odnosno da je povezano sa većim BMD (107, 113).

Vrlo važan za zdravlje kosti je i boravak na dnevnom svjetlu, zbog nastanka D-vitamina koji je esencijalan za zdravlje kosti, a što je u modernom načinu života sve manje zastupljeno, jer se najviše vremena provodi u zatvorenim prostorima, daleko od sunčevog svjetla, što može u

slučaju neadekvatne ishrane dovesti do nedostatka vitamina D, koji može imati negativne posljedice na kosti (6).

S obzirom na to da su svi ovi utjecaji na metabolizam kosti isprepleteni i prožeti međusobnim interakcijama, pojačanjem ili slabljenjem efekata, u skorije vrijeme uglavnom se promatraju utjecaji određenih stilova života na stanje kosti, pri tom uzimajući u obzir sve čimbenike za koje je već pokazano da mogu utjecati na kosti, jer se na taj način dobija potpunija slika o tome kako određeni stil života utječe na skelet, odnosno na pregradnju kosti (6, 7, 107, 117, 118). Pri tom se najviše presječnih istraživanja na populaciji mladih ljudi radi u istočnim zemljama, dok ima relativno malo podataka o europskoj populaciji.

## 4. CILJEVI I HIPOTEZE

---

Ciljevi istraživanja su:

a) utvrditi status BMD u ispitivanoj populaciji, postoji li razlika u BMD, BMC i T-score među skupinama diferenciranim prema spolu, nivou tjelesne aktivnosti, prehrambenim navikama, te mogući utjecaj spomenutih čimbenika na BMD, BMC, T-score i koncentraciju biljega koštanog metabolizma,

b) utvrditi kako kratkotrajni aerobni trening visokog intenziteta utječe na koštani metabolizam, te postoji li razlika među spolovima u odgovoru koštanog metabolizma na kratkotrajni aerobni trening visokog intenziteta.

Na temelju dosadašnjih spoznaja postavljena je hipoteza:

Veći nivo tjelesne aktivnosti, te nepušenje i uravnotežena ishrana povezani su s većim BMD i odgovarajućim vrijednostima biljega koštanog metabolizma, dok će kod pušača s niskim nivoom tjelesne aktivnosti biti manja BMD.

Kratkotrajni intenzivni aerobni trening u trajanju 8 tjedana poticajno će djelovati na pregradnju kosti, što će se očitovati u promjeni koncentracija biokemijskih biljega koštanog metabolizma.

## 5. EKSPERIMENTALNI DIO- MATERIJALI I METODE

---

Veličina uzorka određena je na osnovu razlike u koncentracijama OPG , temeljeno na ranije objavljenim vrijednostima koncentracije OPG (119). Za efekt promjene 0,698 uz  $\alpha=0,05$  i snagu 80% potreban je uzorak od 8 sudionika po skupini. Zbog ostalih parametara veličina uzorka je povećana. U studiju je uključeno 47 mladih zdravih žena i muškaraca. Ispitanici su dobrovoljci, koji su dobili dokument o obaviještenosti o istraživanju u kojem je opisano istraživanje, glavni ciljevi i metode (prilog 1), te su potpisali dokument o dobrovoljnom pristajanju na sudjelovanje u istraživanju (prilog 2). Istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josip Juraj Strossmayer u Osijeku.

U studiju nisu uključene osobe koje u svojoj povijesti bolesti imaju hipertenziju, bolesti srca, dijabetes, hiperlipidemiju i bolesti bubrega. Također, isključni kriterij pri odabiru uzorka bio je uzimanje lijekova, te suplemenata (vitaminskih, mineralnih i hormonalnih) koji mogu utjecati na metabolizam kosti, u vremenu 6 mjeseci prije ili za vrijeme studije.

Istraživanje se odvijalo u dvije faze:

- I) presječno istraživanje, na cijelom uzorku, kojim su utvrđeni nivo aktivnosti i prehrambene navike ciljane populacije, te u kojoj mjeri su ovi čimbenici povezani sa stanjem kosti
- II) prospektivna studija u trajanju 8 tjedana, na manjem uzorku od 20 osoba, koje bi trebalo odgovoriti na pitanje u kojoj mjeri kratki intenzivni trening može potaći pregradnju kosti. Svi ispitanici koji su sudjelovali u prospektivnom dijelu istraživanja vježbali su aerobne vježbe tijekom 8 tjedana pod stručnim nadzorom kineziologa 3 puta tjedno, te su sami sebi bili kontrola (mjerjenja se izvode prije i poslije perioda vježbanja). Treninzi su uključivali trčanje po asfaltnoj podlozi. Prva dva tjedna (6 treninga) su treninzi niskog intenziteta (60% HR-max) u trajanju 45-60 min. Nakon toga sljedeća 4 tjedna (12 treninga) sa promjenom intenziteta (interval opterećenja maksimalno 75% HR-max). Zadnja dva tjedna (6 treninga) svaki prvi trening težio je kontinuiranom opterećenju od 70% HR-max, svaki drugi trening bio je nižeg intenziteta od 60% HR-max, te svaki treći trening sa opterećenjima od 80-85% HR-max.

***Mjerenja obuhvaćaju:***

### **1) upitnik koji se sastoji od tri dijela:**

-I) opći podaci o spolu, godinama, podaci o pušačkom stažu i intenzitetu, o eventualnim bolestima i terapiji u zadnjih 6 mjeseci, za žene podaci o hormonalnom statusu (redovitosti menstrualnog ciklusa, faza ciklusa, hormonalna terapija) u kojem je 19 pitanja (prilog 3)

-II) upitnik o prehranbenim navikama preuzet sa stranice EPIC-Norfolk: nutritional methods (slobodno dostupan na <http://www.epic-norfolk.org.uk>). Ovaj upitnik (prilog 4) sastoji se od pobrojanih namirnica za koje se ispitanik očituje u kojoj mjeri su zastupljene u njegovoj/njenoj ishrani u posljednjih 12 mjeseci. Na osnovu odgovora uporabom software-a FETA Version 2.49 (slobodno dostupan na <http://www.epic-norfolk.org.uk>) dobija se prosječni dnevni unos 50 nutrijenata i vrsta namirnica za svakog ispitanika. Na osnovu unosa nutrijenata bitnih za zdravlje kosti napravljena je klaster analiza Wardovom metodom (uprabom software-a Past) kojom su ispitanici razvrstani u grupe (klastere) po sličnosti prosječnog unosa namirnica.

Klaster analiza predstavlja grupiranje objekata na osnovu sličnosti i razlika među mjerenim karakteristikama (120). Pri tome se koriste algoritmi koji osiguravaju minimalne razlike među objektima unutar jedne grupe tj. klastera, a maksimalne razlike među različitim grupama. Kada se objekti karakteriziraju s više različitih parametara ovakva vrsta analize je vrlo pogodna jer se mogu usporediti objekti s obzirom na sve podatke. Svaki objekt je okarakteriziran setom parametara i predstavlja točku u multidimenzionalnom prostoru, koji je definiran s onoliko osi koliko parametara se koristi za karakterizaciju objekata (121). Među različitim vrstama klaster analize, najčešće se upotrebljavaju hijerarhijske tehnike koje se temelje na stvaranju grupa na temelju sličnosti među objektima i ovaj proces se ponavlja dok svi promatrani objekti nisu u jednoj velikoj grupi. Kao rezultat dobija se razgranata struktura-dendrogram, iz kojeg je vidljiv i krajnji rezultat, ali i sam proces grupiranja po fazama, i može se procjenjivati nivo sličnosti i različitosti među pojedinim objektima i grupama. Ward-ova metoda dijeli objekte na najveći broj klastera od hijerarhijskih metoda grupiranja i tako daje uvid u raznolikost podataka (121).

-III) upitnik o intenzitetu i frekvenciji tjelesnih aktivnosti (IPAQ- long version) (slobodno dostupan na [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)) (prilog 5) koji na osnovu odgovora o provedenom vremenu u aktivnostima različitog intenziteta raznih aspekata svakodnevnog života, daje

uporabom odgovarajućih formula MET-min/tjedan (metabolički ekvivalent- vrijednost utrošene energije)(122). Pri tom se procjenjuje vrijeme provedeno u aktivnostima visokog intenziteta, te umjerenog intenziteta na poslu (ako je ispitanik zaposlen), u kućanskim poslovima, poslovima u vrtu, sportskim i rekreativnim aktivnostima, te aktivnostima u svrhu transporta. Formule za izračunavanje su (123):

-za hod:  $\text{MET-min/tjedan} = 3.3 \times \text{minute aktivnosti na dan} \times \text{broj dana u tjednu}$

-za aktivnost visokog intenziteta:  $\text{MET-min/tjedan} = 8.0 \times \text{minute aktivnosti na dan} \times \text{broj dana u tjednu}$

-za aktivnost umjerenog intenziteta:  $\text{MET-min/tjedan} = 4.0 \times \text{minute aktivnosti na dan} \times \text{broj dana u tjednu}$

Ukupno  $\text{MET-min/tjedan} = \text{MET-min/tjedan (hod)} + \text{MET-min/tjedan (aktivnost visokog intenziteta)} + \text{MET-min/tjedan (aktivnost umjerenog intenziteta)}$

Na osnovu dobivenih vrijednosti MET-min/tjedan ispitanici su razvrstani u grupe različite po aktivnosti u svakodnevnom životu:

slabo aktivni – do 600 MET-min/tjedan

srednje (umjereno) aktivni – od 600 do 3000 MET-min/tjedan

vrlo aktivni – više od 3000 MET-min/tjedan.

## **2) denzitometrija**

Mjerenje gustoće kostiju izvedena su dvostrukom apsorpcijom X-zraka, neinvazivnom bezbolnom metodom kojom se pomoću minimalne količine x-zraka dobijaju informacije o gustoći kosti. Pri tom je mjerena gustoća kosti u tri najčešće korištena mjesta mjerenja: lumbalnom dijelu kralješnice L1-L4, oba kuka (iz kojih se dobijaju rezultati za total femur, i total neck mean). Mjerenja su izvedena na aparatu Lunar Prodigy 64575 G.E.S. S.A. u Laboratoriju za denzitometriju Medicinskog fakulteta Sveučilišta J. J. Strossmayer u Osijeku.

DXA je metoda koja se zasniva na apsorpciji x-zraka različite energije. Uređaj emitira 2 snopa rendgenskih zraka različite energije, tako da jedan snop apsorbiraju kosti, a drugi meka tkiva. Razlika ukupno propuštenog zračenja i onog zraka koji je propušten kroz meka tkiva daje količinu zračenja koja je prošla kroz kost, koja se algoritmima uključenim u software koji je sastavni dio uređaja za DXA snimanja preračunava u mineralnu gustoću kosti (BMD) izraženu kao  $\text{g/cm}^3$ , te mineralni sadržaj kosti (BMC) izražen u jedinicama mase (124). Također se dobija rezultat u T-score-u koji predstavlja usporedbu svakog rezultata sa prosječnim

rezultatom zdrave populacije (standardom) (9). Mjerenja se izvode na način da ispitanik legne na ležaj koji je sastavni dio aparata, zatim se aparat programira da snimi područje lumbalnog dijela kralježnice i kukova iz čega se dobijaju rezultati o gustoći i mineralnom sadržaju u tri točke: L1-L4 lumbalne kralježnice, te dual femur total i total neck mean kao srednje vrijednosti za oba kuka.

### **3) antropometrijska mjerenja:**

- mjerenje visine centimetarskom vrpcom, na način da ispitanik bez obuće stane ispred centimetarske vrpce pričvršćene na zidu, te se visina određuje prema najbližem milimetru.

- mjerenje mase i određivanje sastava tjelesne mase na segmentalnom analizatoru tjelesne mase (postotak masnog tkiva, masa mišićnog tkiva, njihova distribucija po tijelu, kao i količina minerala u tijelu, te određivanje indeksa tjelesne mase BMI) Uređaj koji je korišten za mjerenja je GAIA 359 (Jawon Medical, Korea), segmentalni analizator koji radi na principu bioelektrične impedancije (BIA).

Analiza tjelesne mase metodom BIA zasnovana je na tome da električna struja prolazi kroz tijelo različitom brzinom ovisno o sastavu tjelesne mase. Velik dio tjelesne mase čine voda i ioni, koji su dobri provodnici električne struje. S druge strane u tijelu je i masno tkivo koje je slabiji provodnik, te ono predstavlja otpornik pri prolazu struje kroz tijelo (125). Impedancija, koja je glavna mjera u metodi BIA, je definirana kao otpor provodnika prolasku struje. U praksi ona predstavlja smanjenje voltaže kada slaba konstantna struja (800  $\mu$ A) stalne frekvencije (50 kHz) prolazi među elektrodama pričvršćenim na tijelo. Impedancija je minimalna u bezmasnom tkivu (lean tissue), a raste s porastom udjela masnog tkiva, tako da se iz razlike u impedanciji može izračunati udio masnog i bezmasnog tkiva (126). Druga pretpostavka na kojoj počivaju mjerenja BIA metodom jest da je tijelo provodnik cilindričnog oblika i homogene kompozicije, čiji je volumen direktno proporcionalan visini. Uzimajući u obzir sve ove ovisnosti, te razlike u sastavu tjelesne mase među spolovima, rasama, visini u samim aparatima za BIA mjerenja uz pomoć software-a izračunava se udio pojedinih vrsta tkiva u tjelesnoj masi. Iako je nekoliko istraživanja pokazalo da je utjecaj hrane i pića na rezultate mjerenja BIA metodom uglavnom mali, preporuka je da se mjerenja vrše nakon cjelonoćnog gladovanja(127).

Antropometrijska mjerenja su izvršena u Centru za traumu Veleučilišta Lavoslav Ružička u Vukovaru. Nakon 12-satnog gladovanja ispitanici su stali na postolje aparata u koje



su ugrađene elektrode bosi, dok su u rukama držali druge dvije elektrode. Kroz tijelo se kratko propušta slaba struja, a zatim se na aparatu dobijaju detaljni podaci o masi ispitanika i sastavu tjelesne mase: masa masnog tkiva (MBF=mass of body fat) i masa bezmasnog tkiva (LBM= lean body mass), koja se sastoji od mase mišićnog tkiva (SLM= soft lean mass) i minerala (u kostima i elektrolitima). SLM se dalje može podijeliti na masu proteina i vodu (TBW=total body water). Osim ovih podataka uređaj daje još odnos opsega struka i bokova (WHR) i ukupni utrošak energije (TEE), te uz unos visine i indeks tjelesne mase (BMI).

#### **4) određivanje koncentracije biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma**

Za određivanje biljega koštanog metabolizma uzeti su uzorci venske krvi u standardiziranim epruvetama za serum natašte, nakon 12-satnog noćnog gladovanja, te su pohranjeni na -80°C do analize. Uzorci su analizirani biokemijskom tehnikom ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) koja se temelji na kvantitativnom vezanju proteina i specifičnog antitijela, temeljem čega je moguće uz paralelnu uporabu standarda sa poznatom koncentracijom ispitivane komponente odrediti točnu koncentraciju u uzorku. Detekcija se radi uglavnom kolorimetrijski, a iz kalibracijske krivulje dobivene očitavanjima apsorbancije standarda poznatih koncentracija moguće je očitati koncentraciju ispitivane komponente u uzorku. Uzimanje uzoraka i sve analize napravljene su u Laboratoriju za kliničku i molekularnu imunologiju Katedre za Fiziologiju Medicinskog fakulteta u Osijeku.

Od biljega koštane pregradnje izabrani su dva biljega koštane izgradnje (PICP i OC), jedan biljeg koštane razgradnje (PYD) i tri molekule koje su ključni sudionici pregradnje kosti: PTH, OPG i RANKL.

Komercijalno dostupnim ELISA kitovima određivane su koncentracije slijedećih markera koštane pregradnje u serumu:

Paratiroidni hormon (PTH) određivan je kitom tvrtke Calbiotech (Spring Valley, CA). Test je konstruiran tako da se uzorci zajedno sa kontrolama i standardima inkubiraju sa enzimski obilježenim antitijelima i biotiniliranim antitijelima u jažicama mikrotitracijske ploče obloženim streptavidinom. Nakon otklanjanja viška nevezanih komponenti pranjem slijedi inkubacija sa kromogenom tetrametilbenzidinom (TMB). Dodatkom kiseline u stop-reagensu reakcija se prekida i boja se prevodi iz plave u žutu, čiji intenzitet je proporcionalan koncentraciji PTH u svakoj jažici. Apsorbanca se očitava na 450 nm. Izvedba analize provedena je prema uputama proizvođača. Preciznost testa: intra-assay CV<10%, inter-assay CV<12%

Osteoprotegerin (OPG) određivan je kitom tvrtke Kamiya Biomedical Company (Seattle, WA, SAD). Princip metode sastoji se u tome da se OPG iz uzorka veže za specifična antitijela adsorbirana na polistirenskoj površini mikrotitracijske ploče. Nakon uklanjanja nevezanih proteina pranjem dodaju se OPG antitijela konjugirana sa HRP koja stvaraju kompleks sa ranije vezanim OPG. Nakon još jednog pranja vezani enzim se određuje dodatkom kromogena TMB. Finalni korak je dodatak stop-reagensa koji prekida reakciju sa TMB, te prevodi plavu boju u žutu na taj način omogućujući očitavanje na kolorimetru. Količina vezanog enzima proporcionalna je koncentraciji OPG u uzorku, tako da je mjerena apsorbanca na 450 nm mjera koncentracije OPG u uzorku, a moguće ju je odrediti interpolacijom iz kalibracijske krive. Korekcijom razrjeđenja uzorka dobija se koncentracija u nepoznatom uzorku. Izvedba analize provedena je prema uputama proizvođača. Preciznost testa: intra-assay CV<12%, inter-assay CV<14%

Receptor aktivator nuklearnog faktora kB liganda (RANKL ) određivan je kitom tvrtke Cusabio Biotech (Hubei, NR Kina). U kitu se koristi mikrotitracijska pločica obložena specifičnim antitijelima. Uzorci i standardi se pipetiraju u jažice tako da se prisutni RANKL veže na imobilizirana antitijela. Nakon uklanjanja nevezanih antitijela ispiranjem, dodaje se avidin-konjugirani HRP. Nakon vezanja enzima i ponavnog ispiranja, boja se razvija dodatkom TMB. Razvijanje boje se prekida dodatkom stop-reagensa, te se očitava apsorbanca na 450 nm. Iz kalibracijske krive se očitava koncentracija nepoznatih uzoraka. Izvedba analize provedena je prema uputama proizvođača. Kitom je moguće odrediti koncentracije u rasponu 7,8-500 pg/ml. Minimalna detektabilna koncentracija je 1,95 pg/ml. Preciznost testa: intra-assay CV<8%, inter-assay CV<10%.

C-terminalni propeptid kolagena tipa I (PICP) određivan je kitom tvrtke USCN Life Science Inc (Hubei, NR Kina). U jažice mikrotitracijske ploče obložene specifičnim antitijelima dodaju se uzorci i standardi. Nakon vezanja PICP prisutnog u uzorcima i standardima u jažice se dodaje avidin-konjugirani HRP. Nakon ispiranja i dodatka TMB razvija se boja čiji intenzitet ovisi o koncentraciji PICP u svakoj jažici. Razvijanje boje se prekida dodatkom otopine sumporne kiseline (stop-reagens), nakon čega se očitava apsorbanca na 450 nm. Koncentracija se očitava iz kalibracijske krive (log-log) konstruirane na osnovu apsorbance standarda poznate koncentracije. Izvedba analize provedena je prema uputama proizvođača. Raspon koncentracija u kitu je 62,5-4000 pg/ml. Najmanja koncentracija koja se može odrediti je manja od 23,1 pg/ml. Preciznost testa: intra-assay CV<10%, inter-assay CV<12%.

Osteokalcin (OC) je određivan kitom tvrtke Elabscience Biotechnology Co (Peking, NR Kina). Mikrotitracijska ploča u kitu je obložena specifičnim antitijelima na OC. Standardi i uzorci dodaju se u jažice da bi se prisutni OC vezao na antitijela. Zatim se dodaju biotinizirano antitijelo specifično na OC i konjugat avidin-HRP. Nakon inkubacije i ispiranja kojim se uklanjaju nevezane komponente dodaje se otopina supstrata koji razvija boju sa vezanim enzimom. Nakon dodatka otopine sumporne kiseline zaustavlja se razvijanje boje i očitava apsorbancija kolorimetrijski na 450 nm. Iz kalibracijske krive koja se konstruira na osnovu rezultata standarda poznatih koncentracija može se očitati koncentracija uzoraka. Izvedba analize provedena je prema uputama proizvođača. Raspon koncentracija koje se mogu odrediti ovim kitom je 1,25-80 ng/ml. Najmanja koncentracija koja se može odrediti je 0,75 ng/ml, ponovljivost testa: CV<10%.

Piridinolin (PYD) je određivan kitom tvrtke Qayee-Bio (Šangaj, NR Kina). U jažice mikrotitracijske ploče koje su obložene antitijelima specifičnim na PYD dodaju se standardi i uzorci i konjugat specifičnih antitijela sa HRP. Nakon inkubacije i ispiranja dodaju se otopine kromogena A i B koje razvijaju boju sa vezanim enzimom. Nakon dodatka otopine kiseline u stop-reagensu prestaje razvijanje boje i očitava se apsorbancija kolorimetrijski na 450 nm. Očitana apsorbancija je linearno povezana sa koncentracijom PYD. Izvedba analize provedena je prema uputama proizvođača. Raspon koncentracija koje se mogu odrediti ovim kitom je 1,56-100 nmol/l. Ponovljivost testa: CV<15%.

### **5) procjena $VO_2max$ (Astrandov test)**

Za provjeru stanja kondicije ispitanika (i kao mjera efikasnosti treninga) i pouzdanost samoprocjene tjelesne aktivnosti Astrandov test izvodi se na taj način da se mjeri vrijeme trčanja na pokretnoj traci uz stalno povećanje brzine do granice izdržljivosti (128).

Na osnovu dobijenih  $VO_2max$  ispitanici su raspodijeljeni u skupine različite utreniranosti (129), kako je prikazano tabelama 5.1 i 5.2, te su po skupinama vježbali kako bi se trening i opterećenje prilagodilo nivou utreniranosti ispitanika.

**Tabela 5.1.** Stanje kondicije za muškarce različitih dobnih skupina prema izmjerenom  $VO_2max$  (129)

<b>VO2 Max Norme za muškarce – Mjereno u ml/kg/min</b>						
<b>dob</b>	<b>vrlo loša</b>	<b>loša</b>	<b>osrednja</b>	<b>dobra</b>	<b>izvrsna</b>	<b>superiorna</b>
13-19	<35.0	35.0-38.3	38.4-45.1	45.2-50.9	51.0-55.9	>55.9
20-29	<33.0	33.0-36.4	36.5-42.4	42.5-46.4	46.5-52.4	>52.4
30-39	<31.5	31.5-35.4	35.5-40.9	41.0-44.9	45.0-49.4	>49.4

40-49	<30.2	30.2-33.5	33.6-38.9	39.0-43.7	43.8-48.0	>48.0
50-59	<26.1	26.1-30.9	31.0-35.7	35.8-40.9	41.0-45.3	>45.3
60+	<20.5	20.5-26.0	26.1-32.2	32.3-36.4	36.5-44.2	>44.2

**Tabela 5.2.** Stanje kondicije za žene različitih dobnih skupina prema izmjerenom VO<sub>2</sub>max (129)

VO <sub>2</sub> Max Norme za žene - Mjereno u ml/kg/min						
dob	vrlo loša	loša	osrednja	dobra	izvrsna	superiorna
13-19	<25.0	25.0-30.9	31.0-34.9	35.0-38.9	39.0-41.9	>41.9
20-29	<23.6	23.6-28.9	29.0-32.9	33.0-36.9	37.0-41.0	>41.0
30-39	<22.8	22.8-26.9	27.0-31.4	31.5-35.6	35.7-40.0	>40.0
40-49	<21.0	21.0-24.4	24.5-28.9	29.0-32.8	32.9-36.9	>36.9
50-59	<20.2	20.2-22.7	22.8-26.9	27.0-31.4	31.5-35.7	>35.7
60+	<17.5	17.5-20.1	20.2-24.4	24.5-30.2	30.3-31.4	>31.4

Mjerenja su rađena u dva navrata:

- 1) na početku studije, prije početka vježbanja (sve opisano) na svih 47 ispitanika i
- 2) na kraju studije, 8 tjedana nakon početka vježbanja (sve osim upitnika) na 26 ispitanika koji su sudjelovali u prospektivnom djelu istraživanja.

Svi koji su dragovoljno pristali sudjelovati u istraživanju prvo su popunili upitnik. Antropometrijska mjerenja obavljena su u jutarnjim satima, nakon uzimanja uzoraka krvi za analizu biljega koštanog metabolizma i denzitometrijskog mjerenja. VO<sub>2</sub>max određen je na početku istraživanja; neposredno prije početka perioda vježbanja, te na kraju, nakon 8 tjedana vježbanja, nakon antropometrijskih mjerenja i denzitometrije.

Uspoređivane su razlike:

- gustoća kosti za skupine različite po nivou tjelesne aktivnosti, po spolu, po stanju kondicije (VO<sub>2</sub>max), unosu nutrijenata
- koncentracije biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma za skupine različite po nivou tjelesne aktivnosti, po spolu, po stanju kondicije (VO<sub>2</sub>max)
- koncentracije biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma na početku i kraju prospektivne studije
- rezultati denzitometrije na početku i kraju prospektivne studije

-promjene u koncentraciji biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma tijekom prospektivne studije po spolu i po nivou tjelesne aktivnosti.

Korelirane su:

-gustoća kosti sa BMI, sastavom tjelesne mase, te stanjem kondicije ( $VO_2\max$ ), nivoom tjelesne aktivnosti (MET-min/tjedan) i prosječnim unosom različitih nutrijenata

-koncentracija biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma sa BMI, sastavom tjelesne mase, tstanjem kondicije ( $VO_2\max$ ) i nivoom tjelesne aktivnosti (MET-min/tjedan)

### ***Statističke metode***

Normalnost distribucije za brožčane podatke određena je Kolmogorov-Smirnovljevim testom, te su na temelju toga podaci sa normalnom distribucijom prikazani aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom, te za njihovu obradu korištene su parametrijske metode (ANOVA, t-test), a podaci bez normalne distribucije medijanom i rasponom, i obrađeni su neparametrijskim metodama (Kruskal-Wallisov, Mann-Whitneyjev test). Za korelaciju korišteni su Pearsonov koeficijent za podatke s normalnom raspodjelom i Spearmanov koeficijent za podatke koji nisu normalno raspodijeljeni. Multivarijantne metode koje su korištene u ovom radu jesu klaster analiza i multipla regresija. Za testiranje razlika kvalitativnih podataka korišten je hi-kvadrat test. Razina statističke značajnosti određena je sa  $p < 0,05$ . Korišteni su statistički programi MedCalc (10.2.0.0, MedCalc Software, Broekstraat 52, 9030 Mariakerke, Belgium) i Past (za klaster analizu). Za izradu kalibracijskih krivih, te određivanje koncentracije biokemijskih pokazatelja koštane pregradnje na osnovu kalibracijskih krivih korišten je program CurveExpert 2.0.3.

## 6. REZULTATI

---

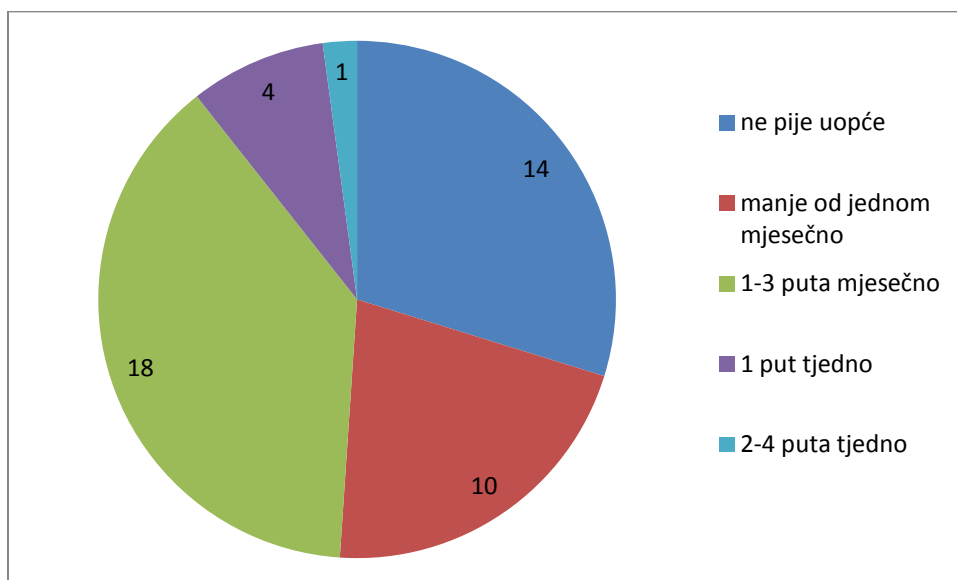
U presječnom dijelu istraživanja je sudjelovalo ukupno 47 ispitanika, od čega 21 muškarac, i 26 žena. 26 od njih je sudjelovalo u prospektivnoj studiji (11 muškaraca i 15 žena).

### 6.1. Rezultati upitnika

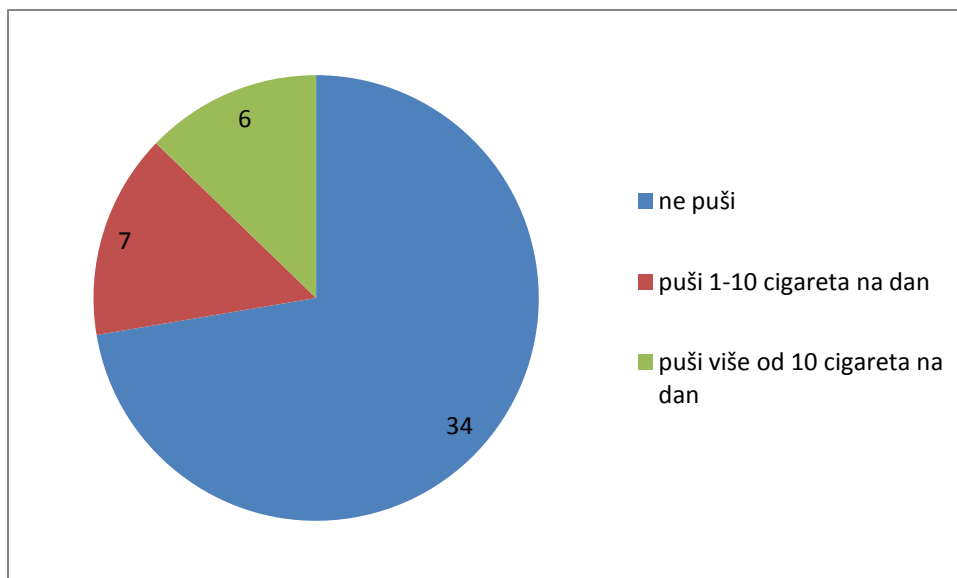
Na osnovu raspodjele odgovora u općem upitniku dobiveni su podaci o pušenju, konzumiranju alkoholnih pića, uzimanju lijekova, bolestima, te podaci o menstrualnom ciklusu za žene.

Nitko od ispitanika ne boluje od kroničnih ili akutnih bolesti koje bi mogle utjecati na metabolizam kosti. Također svi ispitanici negiraju uzimanje bilo kakvih lijekova ili nadomjestaka u prehrani, u što je uključena i nadomjesna hormonska terapija (kontracepcijske tablete) za žene. Sve ispitanice su izjavile da imaju uredne menstrualne cikluse u trajanju oko 24 dana (između 20 i 28 dana), te da nisu imale nikakvih hormonalnih disbalansa u zadnjih godinu dana prije ispitivanja.

Raspodjela ispitanika prema konzumiranju alkohola i cigareta prikazana je grafikonima 6.1 i 6.2.



**Grafikon 6.1.** Raspodjela ispitanika prema konzumiranju alkohola



**Grafikon 6.2.** Raspodjela ispitanika prema pušenju cigareta

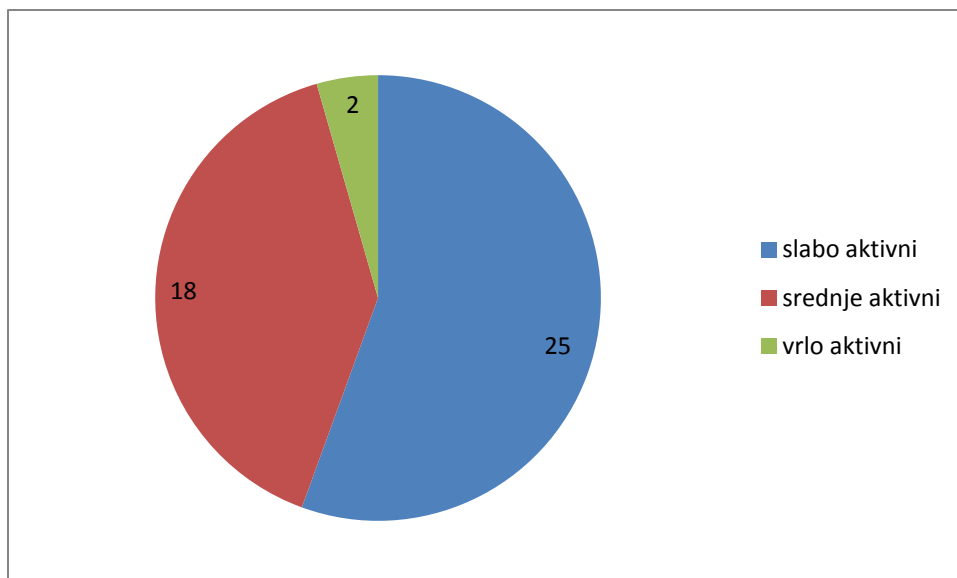
Razlike u raspodjeli prema konzumaciji alkohola i cigareta po spolu testirane su hi-kvadrat testom i nisu statistički značajne ( $p=0,933$  za razlike u konzumaciji alkohola,  $p= 0,469$  za razlike u pušenju).

Na osnovu upitnika o tjelesnoj aktivnosti dobivene su vrijednosti MET-min/tjedan. Vrijednosti se kreću od 14,1 MET-min/tjedan do 3414,9 MET-min/tjedan, sa medijanom 523,8 MET-min/tjedan. Srednje vrijednosti po spolu date su u tabeli.

**Tabela 6.1.** Razlike u MET-min/tjedan po spolu.

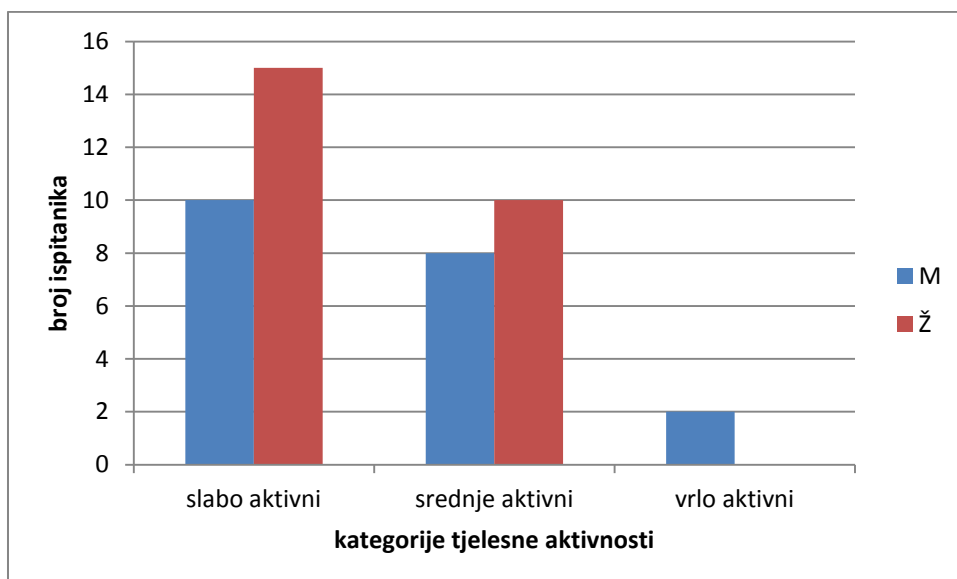
	MUŠKARCI			ŽENE		
	MEDIAN	MIN	MAX	MEDIAN	MIN	MAX
MET-min/tjedan	628,3	26,2	3414,9	488,6	14,1	2984,8

Prema vrijednosti MET-min/tjedan ispitanici su raspodijeljeni u 3 skupine: slabo aktivni (do 600 MET-min/tjedan), umjereno ili srednje aktivni (600- 3000 MET-min/tjedan) i vrlo aktivni (više od 3000 MET-min/tjedan). Raspodjela po skupinama dana je grafikonom 6.3.



**Grafikon 6.3.** Raspodjela ispitanika po skupinama na osnovu tjelesne aktivnosti

Raspodjela u različite kategorije tjelesne aktivnosti po spolu prikazana je grafikonom 6.4.



**Grafikon 6.4.** Raspodjela ispitanika u različite kategorije tjelesne aktivnosti po spolu.

Razlika u tjelesnoj aktivnosti među spolovima ispitana hi-kvadrat testom nije statistički značajna ( $p=0,333$ )

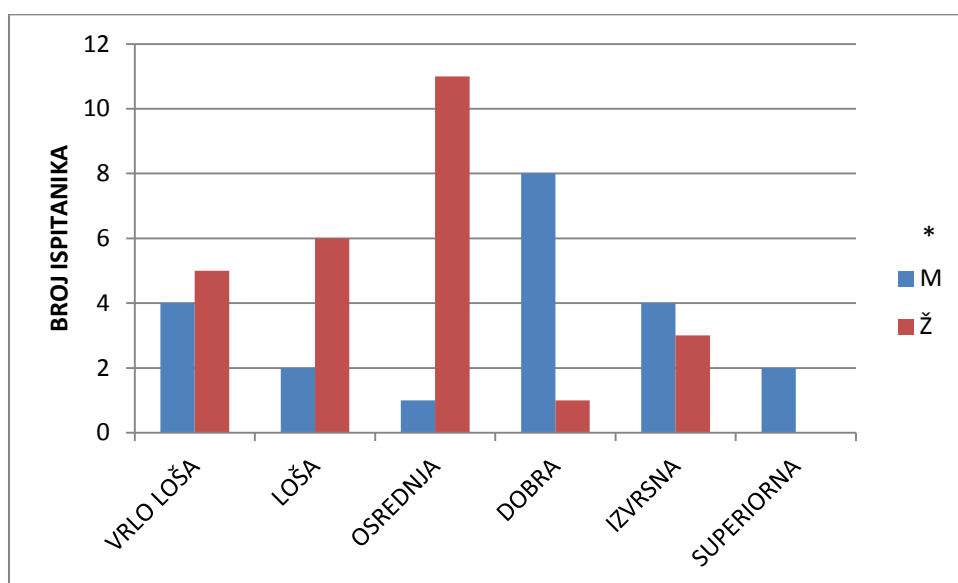
$VO_2max$  u uzorku na početku istraživanja bio je u rasponu 14,410 ml/kg/min - 55,310 ml/kg/min , sa srednjom vrijednošću 34,505 ml/kg/min i standardnom devijacijom 9,906 ml/kg/min.

Raspodjela ispitanika po stupnju kondicijske spreme, određenom na osnovu izmjerenog  $VO_2max$  prikazana je tabelom 6.2, a razlike među spolovima grafikonom 6.5.



**Tabela 6.2.** Raspodjela ispitanika po stupnjevima kondicijske spreme.

KATEGORIJA KONDICIJE	STUPNJA	BROJ ISPITANIKA
VRLO LOŠA		9
LOŠA		8
OSREDNJA		12
DOBRA		8
IZVRSNA		7
SUPERIORNA		2



**Grafikon 6.5.** Razlike među spolovima u raspodjeli po stupnju kondicije \*

Razlika u raspodjeli po stupnju kondicije među spolovima testirana je hi-kvadrat testom, te je pokazala statističku značajnost ( $p=0,002.$ )

Iz upitnika o prehrambenim navikama dobiven je prosječni unos pojedinih vrsta hrane i nutrijenata prikazan u tabelama 6.3 i 6.4.

**Tabela 6.3.** Prosječni dnevni unos pojedinih nutrijenata sa preporučenim dnevnim unosima-RDA(79)

NUTRIJENT	MEDIAN	MINIMUM	MAKSIMUM	RDA
ALKOHOL (g)	1.732	0.000	44.466	
ALFA-KAROTEN (mcg)	243.275	2.179	1235.099	
BETA-KAROTEN (mcg)	2255.002	507.334	8602.985	
KALCIJ (mg)	1031.019	470.798	2063.873	1000
FRUKTOZA (g)	21.265	3.016	99.953	
GALAKTOZA (g)	0.256	0.000	4.419	

GLUKOZA(g)	16.842	2.835	90.052	
LAKTOZA (g)	22.108	8.067	44.592	
MALTOZA (g)	2.282	0.326	5.566	
ŠKROB (g)	115.685	37.991	426.048	
SAHAROZA (g)	46.392	4.706	192.135	
UKUPNI ŠEĆERI (g)	113.724	28.962	417.159	
UKUPNI UGLJIKOHIDRATI (g)	230.575	93.155	638.472	
UKUPNI KAROTENI (SA EKIVALENTIMA) (mcg)	2760.317	594.540	9735.863	
KLORID (mg)	4637.624	1595.858	11231.966	3400
KOLESTEROL (mg)	366.790	182.627	1263.282	
BAKAR (mg)	1.289	0.413	7.446	2
JOD (mcg)	152.310	58.955	394.869	150
ŽELJEZO (mg)	10.032	4.447	25.153	18
MAGNEZIJ (mg)	289.072	130.080	749.866	400
MANGAN (mg)	2.215	0.971	8.096	2
MONONEZASIĆENE MASNE KISELINE(MUFA - total) (g)	30.188	10.923	110.993	
NIACIN (mg)	23.152	11.753	67.238	20
DUŠIK (g)	13.893	8.303	42.742	
FOSFOR (mg)	1514.215	786.341	3826.796	1000
POLINEZASIĆENE MASNE KISELINE (PUFA - total) (g)	14.429	5.442	45.736	
KALIJ (mg)	3056.466	1622.387	9242.367	
PROTEINI (g)	85.911	51.614	264.182	
ZASIĆENE MASNE KISELINE (SFA - total) (g)	32.180	10.564	109.345	
SELEN (mcg)	72.226	33.097	180.715	70
NATRIJ (mg)	3231.345	1087.342	7233.208	
UKUPNI FOLATI (mcg)	259.808	132.659	842.398	400
VITAMIN A - RETINOL (mcg)	975.616	176.621	12170.336	1000
VITAMIN A – EKIVALENTI RETINOLA (mcg)	1381.646	368.635	12379.965	1500
VITAMIN B1 - TIAMIN (mg)	1.584	0.573	4.186	1,5
VITAMIN B12 - KOBALAMIN (mcg)	7.499	3.314	40.308	6
VITAMIN B2 - RIBOFLAVIN (mg)	2.085	0.998	5.063	1,7
VITAMIN B6 - PIRIDOKSINE (mg)	1.983	0.981	5.430	2
VITAMIN C – ASKORBINSKA KISELINA(mg)	84.834	33.115	554.681	60
VITAMIN D - ERGOKALCIFEROI (mcg)	2.644	1.018	12.275	10
VITAMIN E - ALFA TOKOFEROL EKIVALENTI (mg)	12.357	3.538	41.784	30
CINK (mg)	9.760	5.244	29.900	15

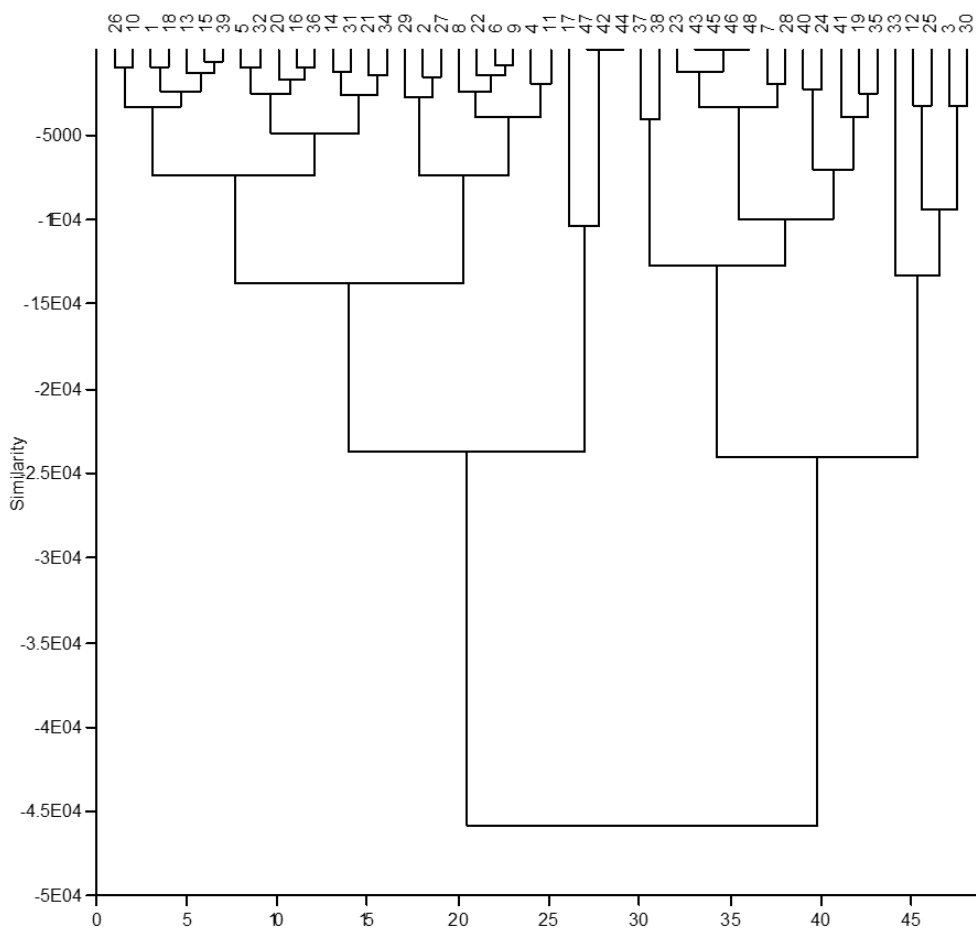
**Tabela 6.4.** Prosječni dnevni unos pojedinih vrsta hrane

VRSTA HRANE	MEDIAN	MINIMUM	MAKSIMUM
ALKOHOLNA PIĆA (g)	28.910	0.000	589.410
ŽITARICE I PROIZVODI OD ŽITARICA (g)	217.300	63.950	950.170
JAJA I JELA SA JAJIMA (g)	14.000	0.000	225.000
UNOS ENERGIJE (kcal)	1990.817	920.542	5392.606
HRANA BOGATA VLAKNIMA I BEŽŠKROBNI POLISAHARIDI (g)	13.633	5.834	51.170
UKUPNE MASTI (g)	84.428	30.076	291.074

MASTI I ULJA (g)	16.540	1.680	135.210
RIBA I PROIZVODI OD RIBE (g)	32.060	0.000	272.650
VOĆE (g)	163.950	18.200	1939.500
MESO I PROIZVODI OD MESA (g)	159.565	35.910	785.350
MLIJEKO I MLIJEČNI PROIZVODI (g)	402.360	161.400	936.180
KRUMPIRI (g)	77.690	11.900	422.000
BEZALKOHOLNA PIĆA (g)	364.660	32.200	1374.180
ORAŠASTI PLODOVI I SJEMENKE(g)	2.100	0.000	49.000
JUHE I UMACI (g)	130.180	14.000	753.860
GRICKALICE (g)	30.270	0.840	171.170
POVRĆE (g)	119.430	15.820	845.610

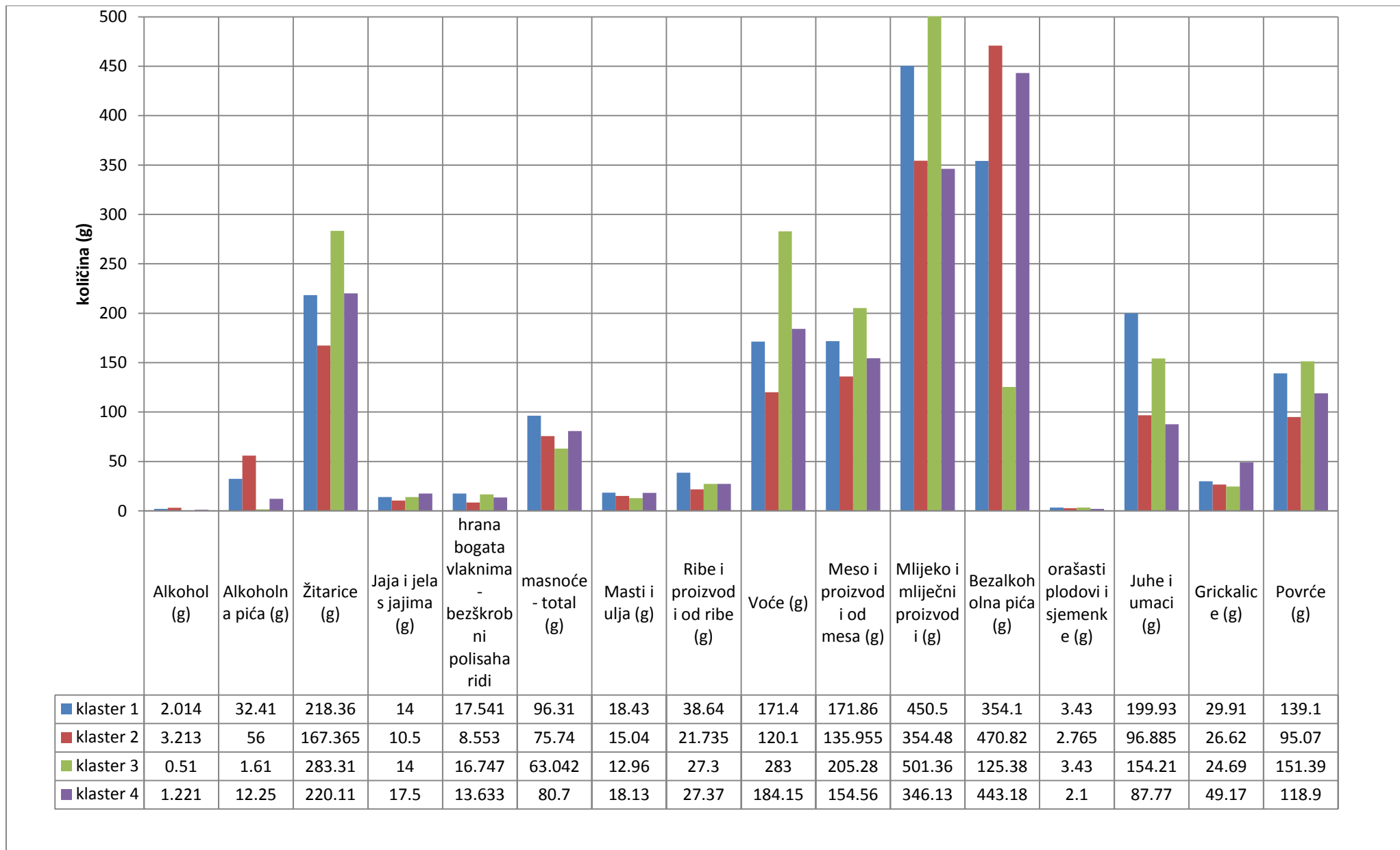
Prema razlikama i sličnostima u unosu nutrijenata ispitanici su klaster-analizom podijeljeni u 4 grupe, odnosno klastera: klaster 1 u kojem je 25 ispitanika, klaster 2 u kojem je 4 ispitanika, klaster 3 u kojem je 14 ispitanika i klaster 4 u kojem je 5 ispitanika.

Rezultat klaster analize - dendrogram prikazuje grupiranje ispitanika i sličnosti, tj razlike na osnovu kojih su grupirani, a prikazan je slikom 6.1.



**Slika 6.1.** Dendrogram-rezultat klaster analize

Razlika u unosu pojedinih vrsta hrane između grupa prikazana je grafikonom 6.6. Razlika među spolovima prema pripadnosti različitim klasterima formiranim po prehrambenim navikama testirana je hi-kvadrat testom i nije statistički značajna ( $p=0,38$ )



**Grafikon 6.6.** Usporedba unosa različitih namirnica u različitim klasterima (grupama)

## 6.2. Rezultati antropometrijskih mjerenja

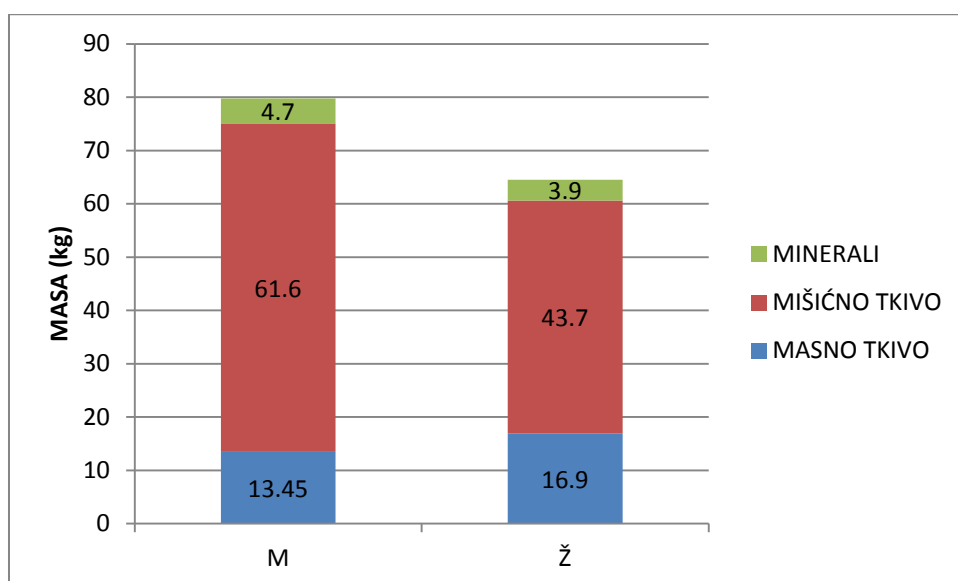
Srednja visina u uzorku je 175 cm (od 149 do 200 cm), a težina 70,55 kg (od 44,1 do 131,2 kg). BMI se kreće od 17,7 do 34,6 sa medijanom 22,9. Rezultati za visinu, te rezultati mjerenja sastava tjelesne mase metodom bioelektrične impendancije prikazani su za cijeli uzorak tabelom 6.5, te tabelom 6.6 za pojedine spolove, dok su razlike u sastavu tjelesne mase među spolovima prikazane grafikonom 6.7. Sastav tjelesne mase prikazan je kroz varijable: WHR- odnos obima struka i kukova (engl. waist to hip ratio), BMI- indeks tjelesne mase (engl. body mass indeks), TEE- procjena utroška energije (engl. total energy expenditure), LBM- masa bezmasnog tkiva koja obuhvata masu mišića i vodu (engl. lean body mass), SLM- masa mišićnog tkiva (engl. soft lean mass), MBF- masa masnog tkiva (engl. mass of body fat).

**Tabela 6.5.** Rezultati antropometrijskih mjerenja u cijelom uzorku

	<b>MEDIAN</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>VISINA (cm)</b>	175.000	149.000	200.000
<b>MASA (kg)</b>	70.550	44.100	131.200
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22.900	17.700	34.600
<b>WHR</b>	0.780	0.640	0.990
<b>TEE (kcal)</b>	2162.000	1788.000	3434.000
<b>LBM (kg)</b>	53.000	25.900	92.200
<b>SLM (kg)</b>	49.500	32.400	84.700
<b>MBF (kg)</b>	15.800	5.600	39.800
<b>MINERALI (kg)</b>	4.200	3.200	7.500

**Tabela 6.6.** Rezultati antropometrijskih mjerenja razvrstani po spolu

	<b>MUŠKARCI</b>			<b>ŽENE</b>		
	<b>MEDIAN</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIAN</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>VISINA (cm)</b>	180.5	174.0	200.0	170.0	149.0	186.0
<b>MASA (kg)</b>	78.9	65.8	131.2	66.2	44.1	90.9
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23.400	20.700	34.600	22.300	17.700	27.400
<b>TEE (kcal)</b>	2705.500	2409.000	3434.000	2051.000	1788.000	2361.000
<b>WHR</b>	0.790	0.640	0.990	0.770	0.660	0.820
<b>MBF (kg)</b>	13.450	5.600	39.800	16.900	7.400	28.000
<b>LBM (kg)</b>	65.450	25.900	92.200	47.700	35.000	64.700
<b>SLM (kg)</b>	61.600	50.300	84.700	43.700	32.400	59.500
<b>MINERALI (kg)</b>	4.700	3.800	7.500	3.900	3.200	4.300



**Grafikon 6.7.** Razlike u sastavu tjelesne mase po spolu

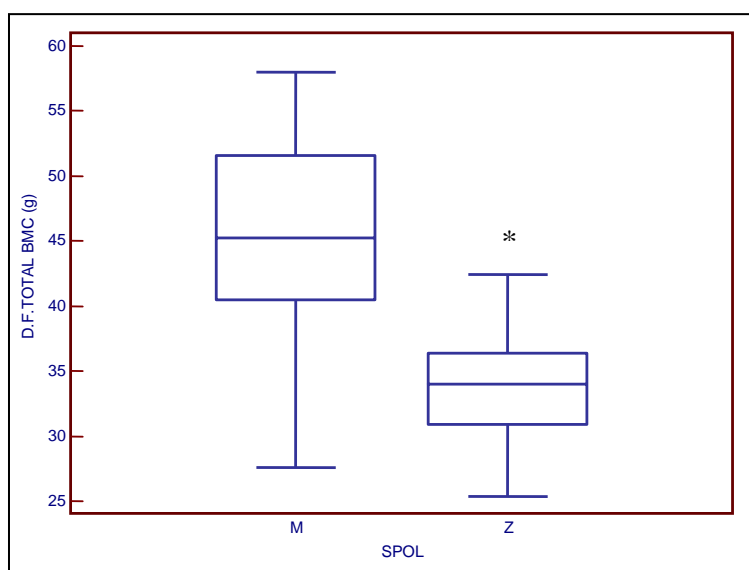
### 6.3. Rezultati denzitometrije

Rezultati denzitometrijskih mjerenja presječnog istraživanja prikazani su u tabeli 6.7, a razlike među spolovima u grafikonima 6.8-6.16 uz koje su dani rezultati t-testova kojima je ispitana statistička značajnost ovih razlika. Rezultati DXA mjerenja su: BMC- mineralni sadržaj kosti, BMD- gustoća kosti i T-score u točkama mjerenja D.F.TOTAL – srednja vrijednost za oba kuka, L1-L4 – lumbalna kralješnica, NECK MEAN- vrat bedrene kosti (srednja vrijednost za oba kuka)

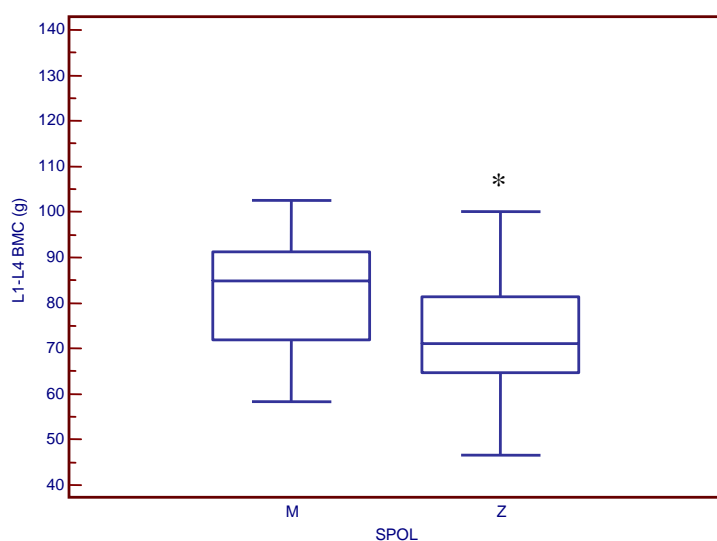
**Tabela 6.7.** Rezultati denzitometrijskih mjerenja za cijeli uzorak, te razvrstano po spolu

	CIJELI UZORAK	MUŠKARCI	ŽENE
	ARITMETIČKA SREDINA ± SD	ARITMETIČKA SREDINA ± SD	ARITMETIČKA SREDINA ± SD
D.F.TOTAL BMC (g)	39.412 ± 9.0904	44.982 ± 9.2987	34.238 ± 5.5499
D.F.TOTAL BMD (g/cm <sup>3</sup> )	1.143 ± 0.1552	1.203 ± 0.1868	1.086 ± 0.09743
D.F.TOTAL T- SCORE	0.656 ± 1.0067	0.738 ± 1.2726	0.556 ± 0.7183
L1-L4 BMC (g)	77.648 ± 16.0553	81.721 ± 18.5646	72.982 ± 13.7286
L1-L4 BMD	1.306 ± 0.1360	1.290 ± 0.1561	1.314 ± 0.1187

<b>(g/cm<sup>3</sup>)</b>			
<b>L1-L4 T-SCORE</b>	0.884 ± 1.1485	0.595 ± 1.2859	1.088 ± 0.9821
<b>NECK MEAN BMC</b>	6.064 ± 1.2501	6.714 ± 1.3105	5.443 ± 0.8993
<b>(g)</b>			
<b>NECK MEAN BMD</b>	1.160 ± 0.1577	1.193 ± 0.1881	1.122 ± 0.1270
<b>(g/cm<sup>3</sup>)</b>			
<b>NECK MEAN T-SCORE</b>	0.779 ± 1.1480	0.954 ± 1.4278	0.564 ± 0.8717

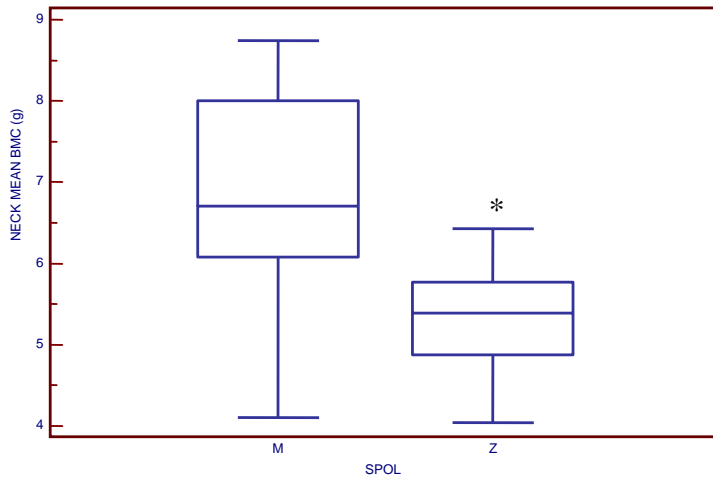


**Grafikon 6.8.** Razlika u rezultatima za BMC u točki dual femur total za muškarce i žene\*  
(t=5.7, p<0.0001)

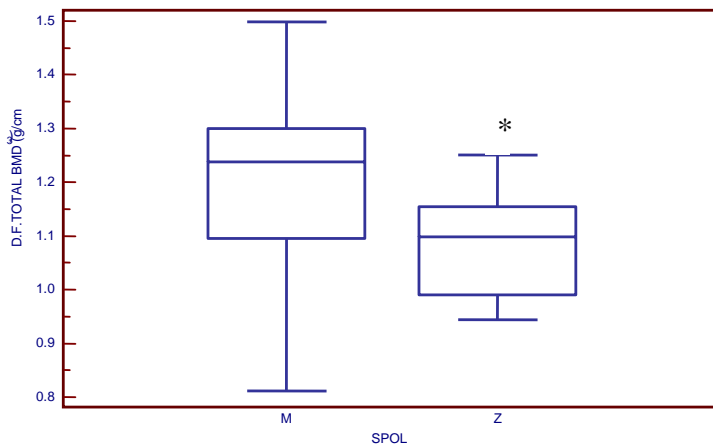




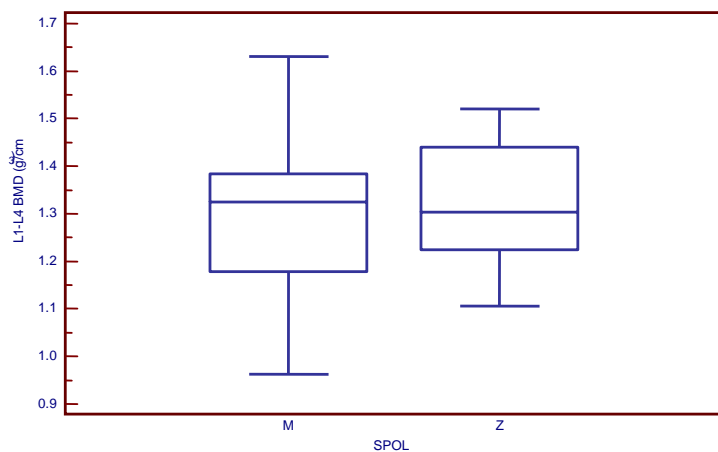
**Grafikon 6.9.** Razlika u rezultatima za BMC u točki mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice među spolovima \*(t=2.49, p=0.016)



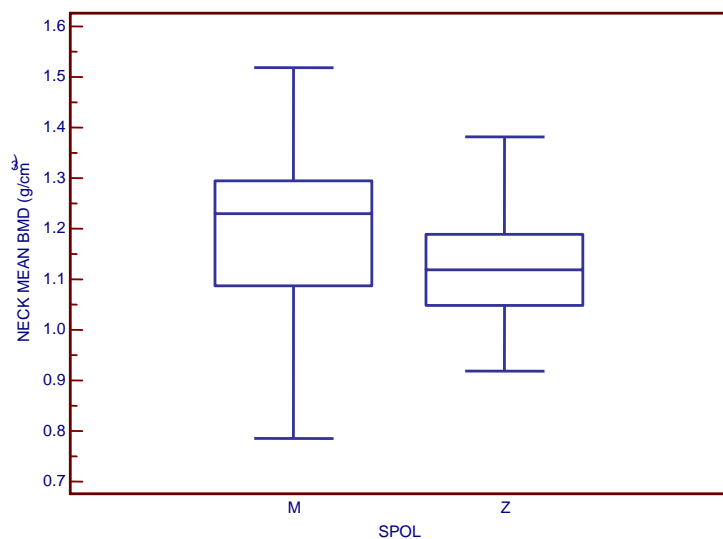
**Grafikon 6.10.** Razlike po spolu u rezultatima za BMC u točki mjerenja neck mean \*(t=4.9, p=0.0001)



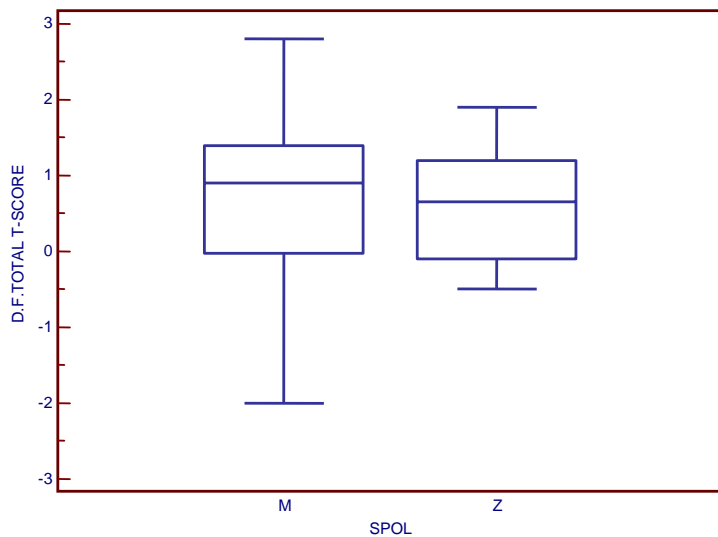
**Grafikon 6.11.** Razlike po spolu u rezultatima za BMD u točki mjerenja dual femur total\*(t=2.7, p=0.0013)



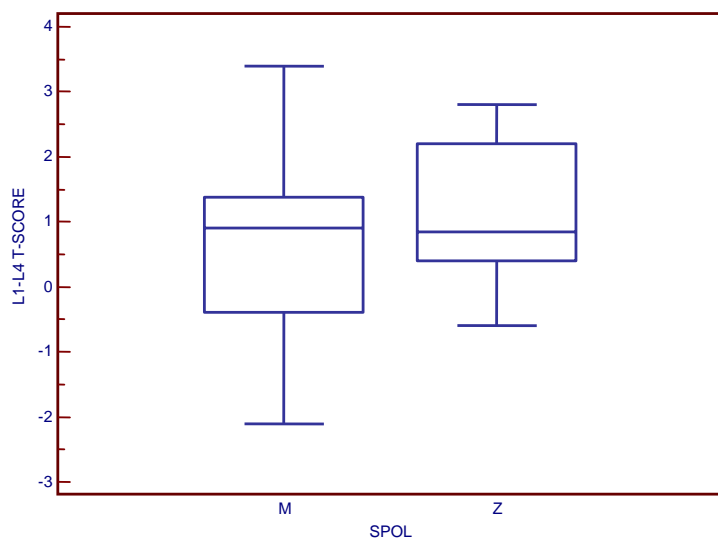
**Grafikon 6.12.** Razlike po spolu u rezultatima za BMD u točki mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (t=0.67, p=0.5)



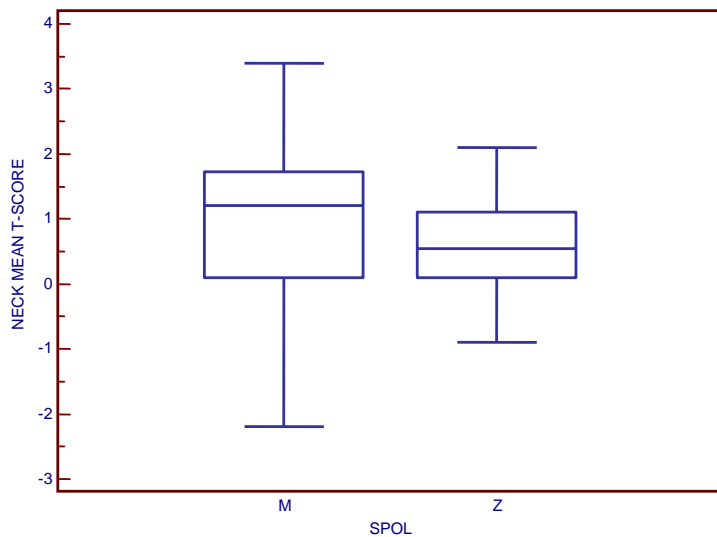
**Grafikon 6.13.** Razlike po spolu u rezultatima za BMD u točki mjerenja neck mean (t=1.63, p=0.109)



**Grafikon 6.14.** Razlike po spolu u rezultatima za T-score u točki mjerenja dual femur total (t=0.366, p=0.717)



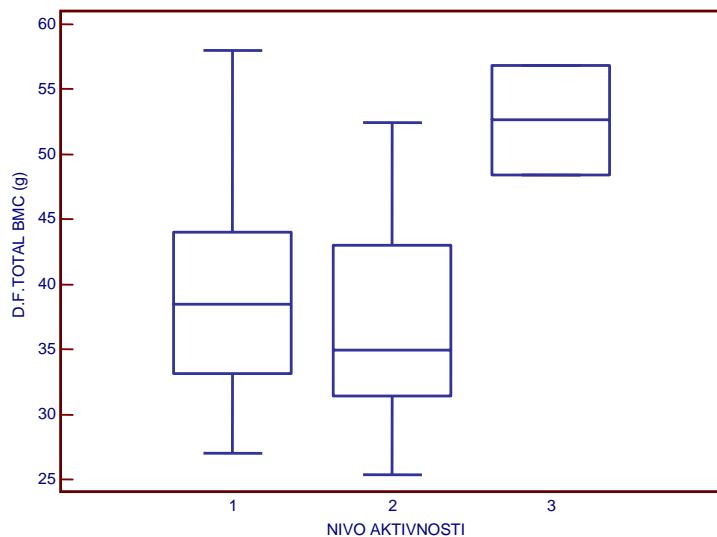
**Grafikon 6.15.** Razlike po spolu u rezultatima za T-score u točki mjerenja za L1-L4 lumbalnu kralježnicu (t=1.574, p=0.123)



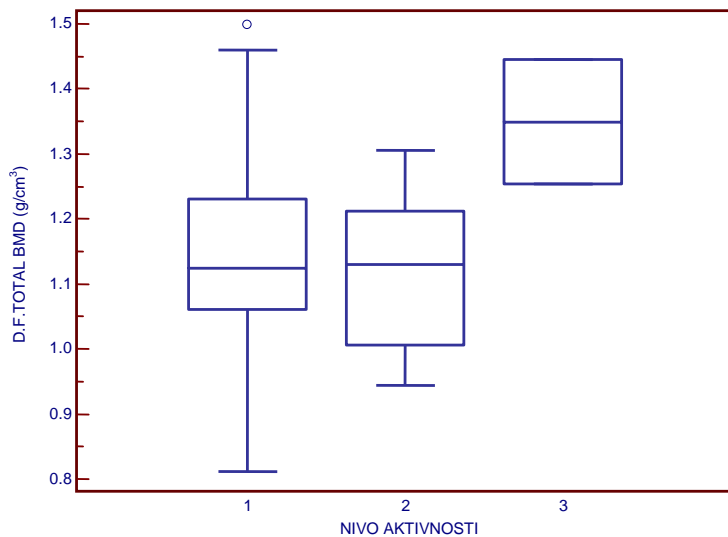
**Grafikon 6.16.** Razlike po spolu u rezultatima za T-score u točki mjerenja za neck mean (t=1.21, p=0.23)

Usporedba rezultata denzitometrijskih mjerenja za različite nivoe tjelesne aktivnosti dana je grafikonima 6.17-6.25. Testiranje razlike uporabom jednosmjernog ANOVA testa pokazalo je da niti jedna razlika nije statistički značajna. Dobiveni rezultati prikazani su uz grafikone.

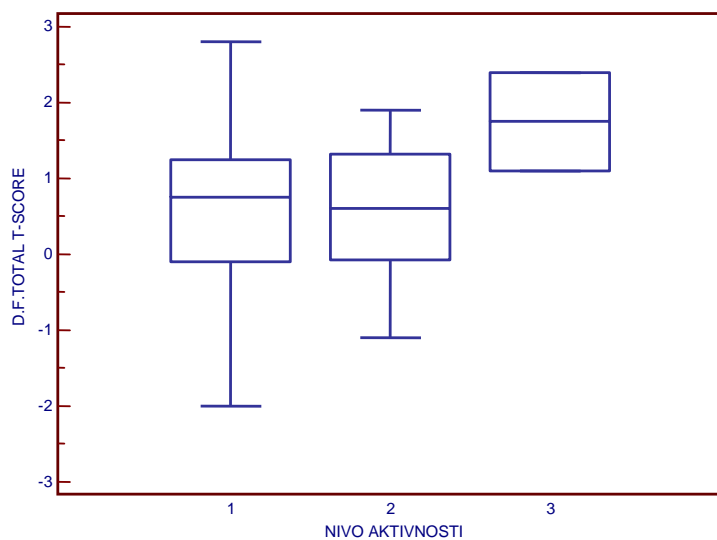
Oznake za nivo aktivnosti u grafikonima: 1=slabo aktivni, 2=srednje aktivni, 3=vrlo aktivni



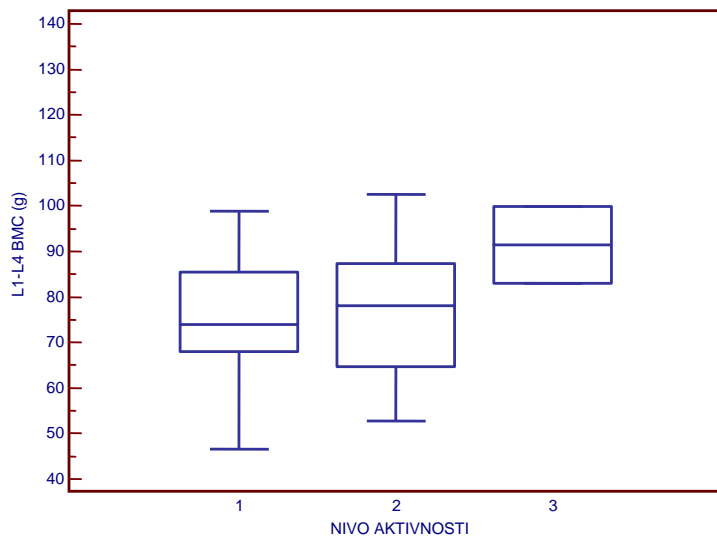
**Grafikon 6.17.** Razlike u rezultatima BMC po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja dual femur total (F=0.411, p=0.747)



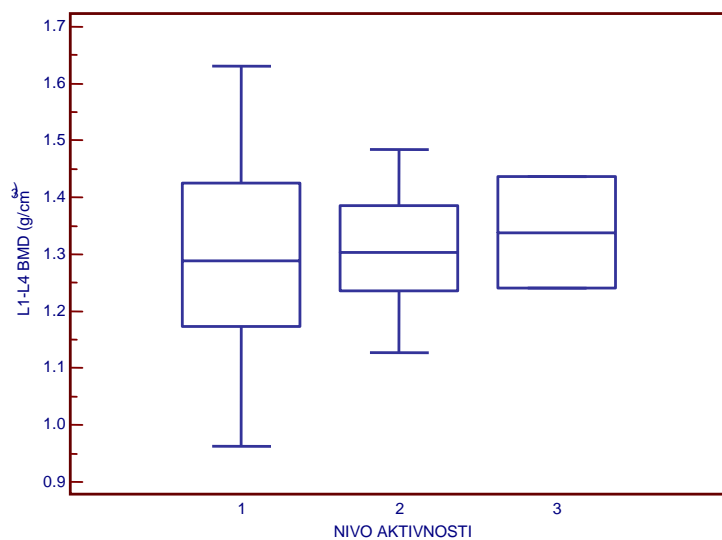
**Grafikon 6.18.** Razlike u rezultatima BMD po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja dual femur total (F=0.185, p=0.905)



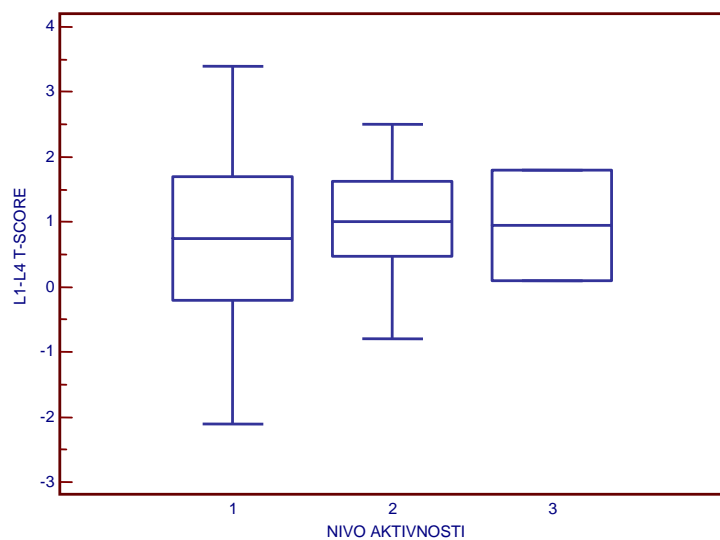
**Grafikon 6.19.** Razlike u rezultatima T-score po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja dual femur total (F=0,112, p=0.952)



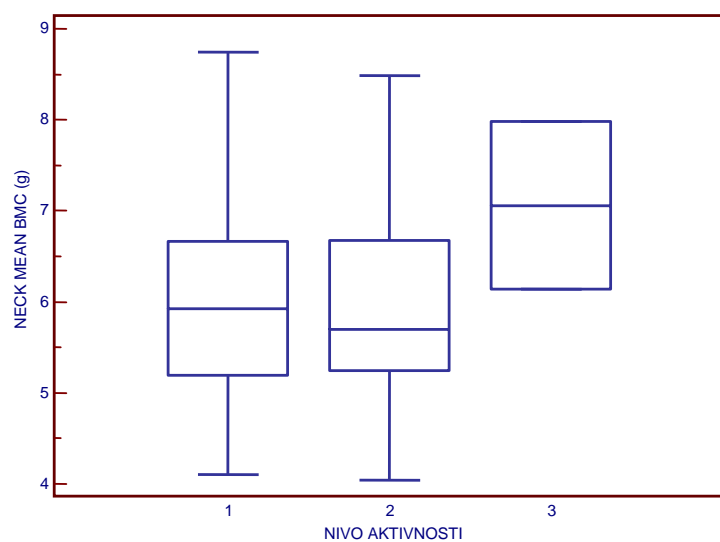
**Grafikon 6.20.** Razlike u rezultatima BMC po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F=0.014, p=0.998)



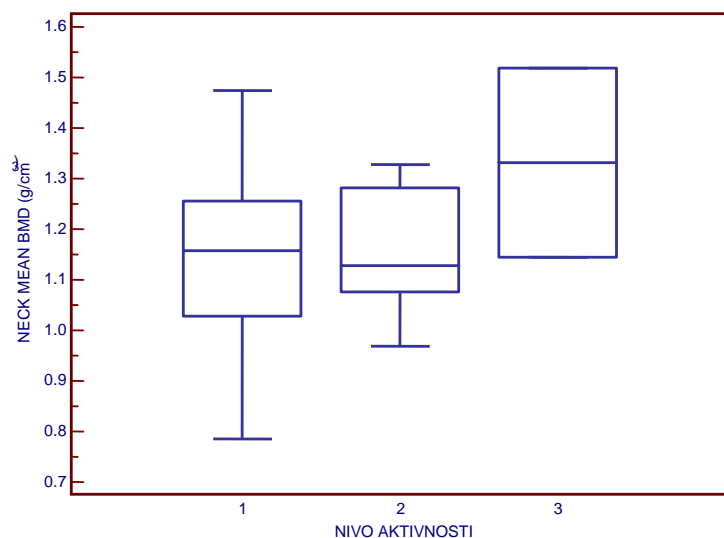
**Grafikon 6.21.** Razlike u rezultatima BMD po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F=0.514, p=0.677)



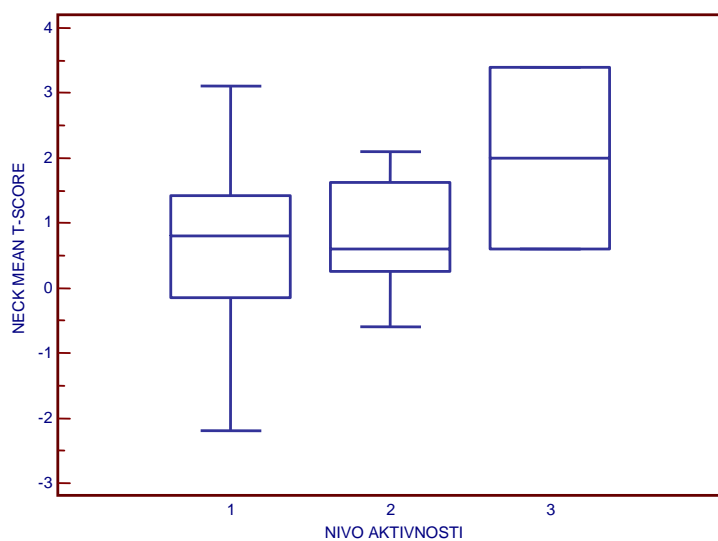
**Grafikon 6.22.** Razlike u rezultatima T-score po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F=0.716, p=0.554)



**Grafikon 6.23.** Razlike u rezultatima BMC po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja neck mean (F=0.487, p=0.695)



**Grafikon 6.24.** Razlike u rezultatima BMD po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja neck mean (F=0.136, p=0.938)



**Grafikon 6.25.** Razlike u rezultatima T-score po nivou tjelesne aktivnosti za točku mjerenja neck mean (F=0.16, p=0.922)

Korelacije rezultata denzitometrije i MET-min/tjedan, te VO<sub>2</sub>max prikazane su tabelom 6.8.

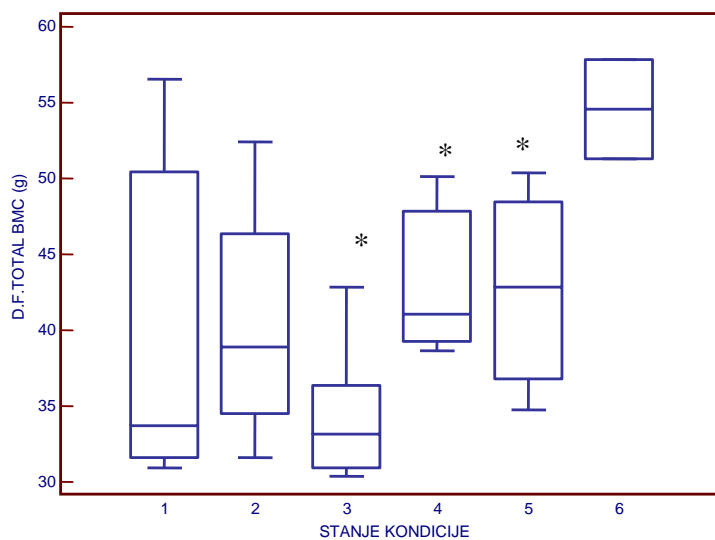
**Tabela 6.8.** Korelacije rezultata denzitometrije sa VO<sub>2</sub>max i MET-min/tjedan

	MET-min/tjedan		VO <sub>2</sub> max	
	KOEFICIJENT KORELACIJE	p	KOEFICIJENT KORELACIJE	p
DUAL FEMUR BMC	0.198	0.204	0.293	0.057
DUAL FEMUR BMD	0.119	0.446	0.243	0.116
DUAL FEMUR T-	0.08	0.612	0.178	0.253

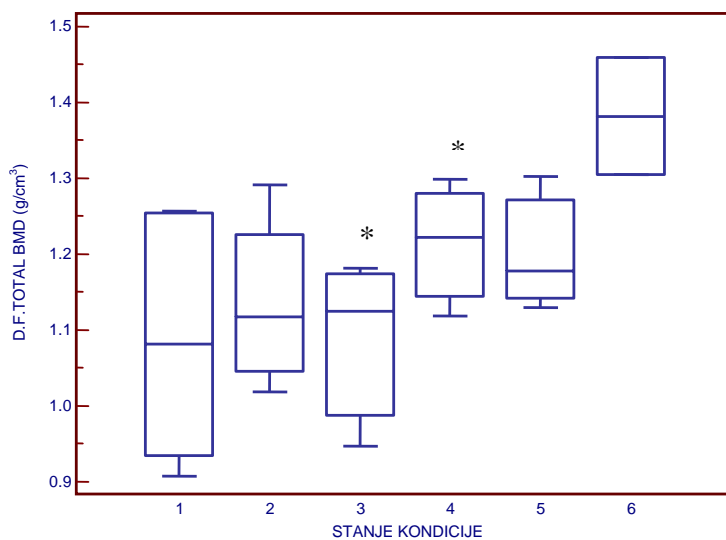


SCORE				
L1-L4 BMC	0.144	0.356	0.26	0.092
L1-L4 BMD	0.014	0.929	0.243	0.117
L1-L4 T-SCORE	-0.008	0.96	0.209	0.178
NECK MEAN BMC	0.178	0.253	<b>0.335 *</b>	<b>0.028</b>
NECK MEAN BMD	0.041	0.793	0.177	0.255
NECK MEAN T-SCORE	0.054	0.732	0.189	0.224

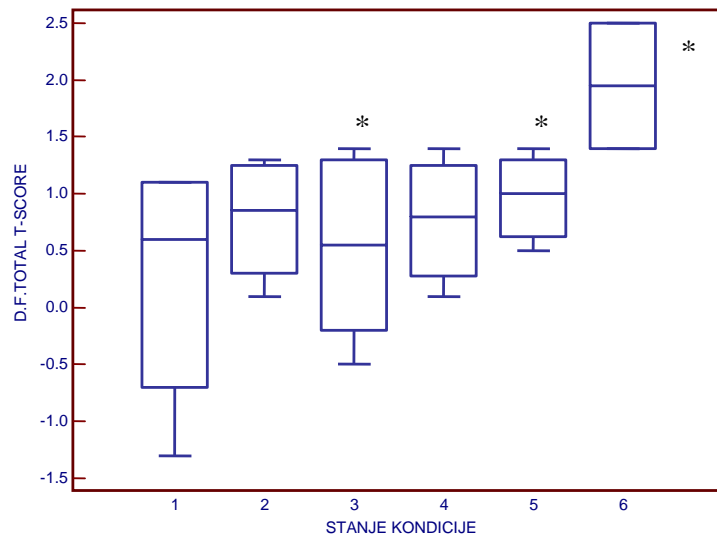
Grafikonima 6.26- 6.34 su prikazane razlike u rezultatima denzitometrijskih mjerenja za različite nivoe kondicijske spremljenosti (prema vrijednosti VO<sub>2</sub>max), a uz svaki grafikon su rezultati dobiveni jednosmjernim Anova testom.



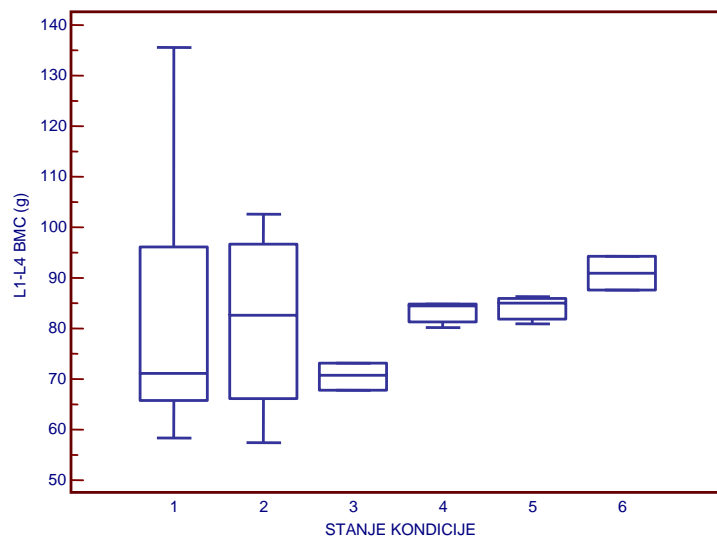
**Grafikon 6.26.** Razlike u rezultatima BMC po nivou kondicije za točku mjerenja dual femur total\* (F= 3.5, p=0.01)



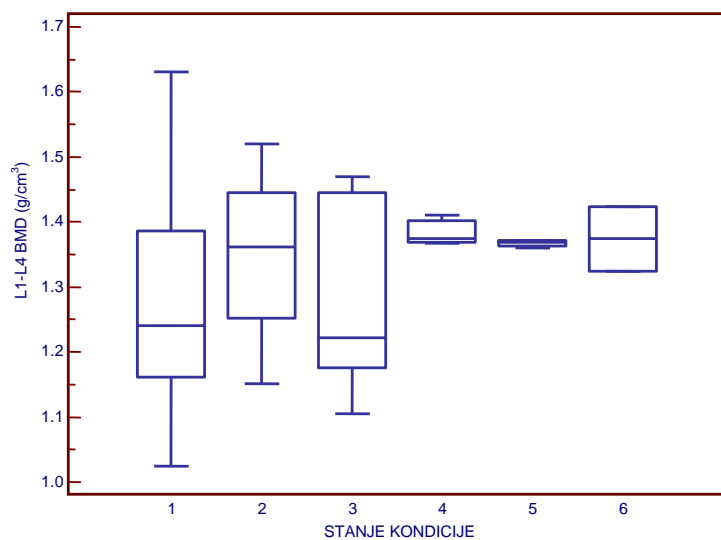
**Grafikon 6.27.** Razlike u rezultatima BMD po nivou kondicije za točku mjerenja dual femur total\* (F= 3.4, p=0.012)



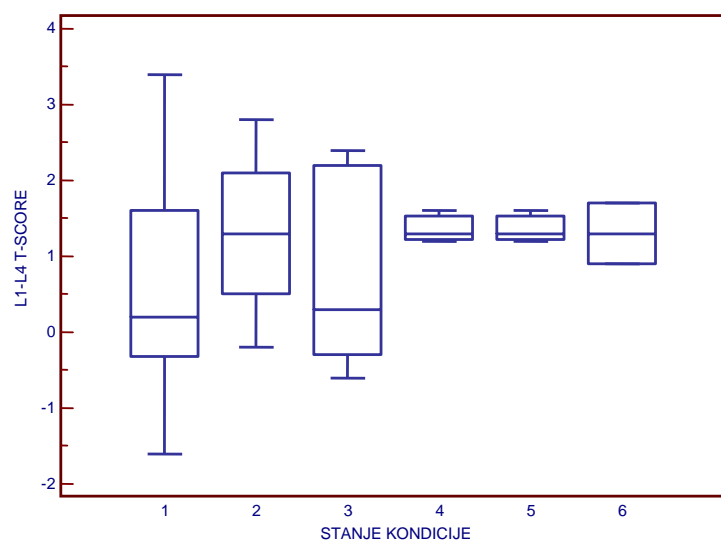
**Grafikon 6.28.** Razlike u rezultatima T-score po nivou kondicije za točku mjerenja dual femur total\* (F= 2.758, p=0.031)



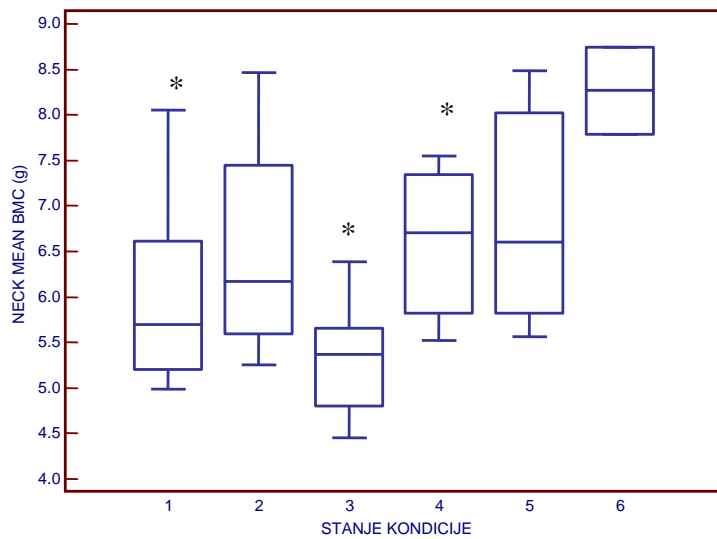
**Grafikon 6.29.** Razlike u rezultatima BMC po nivou kondicije za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F=1.52, p=0.204)



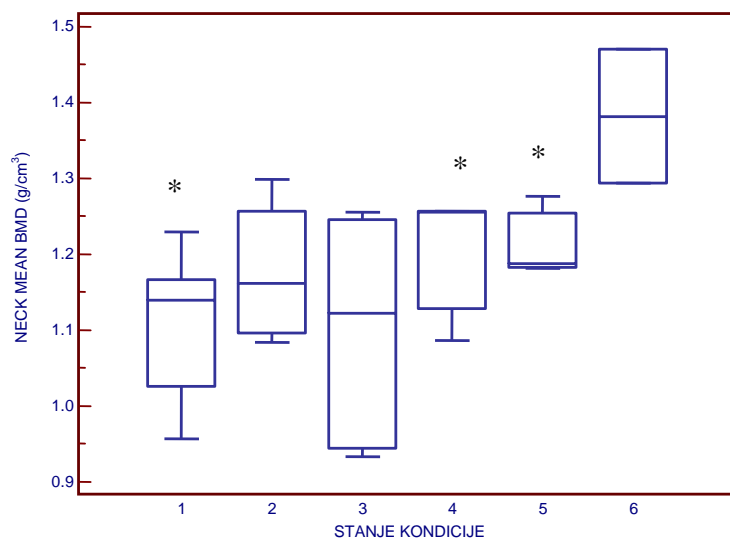
**Grafikon 6.30.** Razlike u rezultatima BMD po nivou kondicije za točku mjerenja L 1-L4 lumbalne kralježnice (F=1.711, p=0.154)



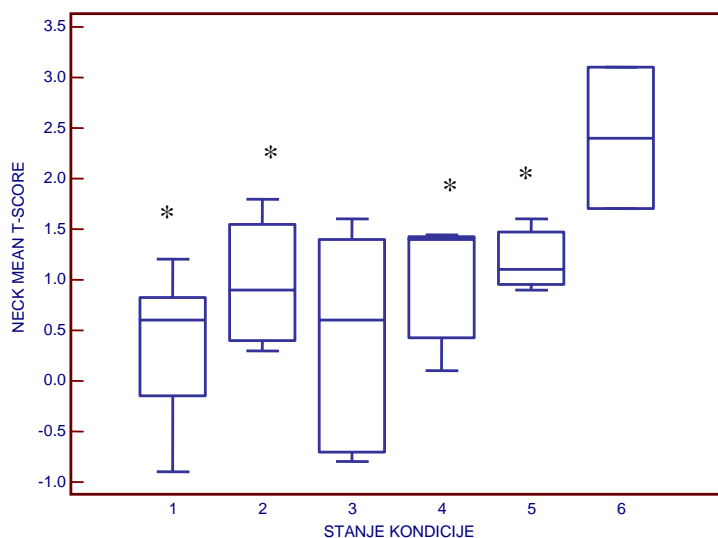
**Grafikon 6.31.** Razlike u rezultatima T-score po nivou kondicije za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F= 1.65, p=0.169)



**Grafikon 6.32.** Razlike u rezultatima BMC po nivou kondicije za točku mjerenja neck mean\*  
(F= 4.292, p=0.003)

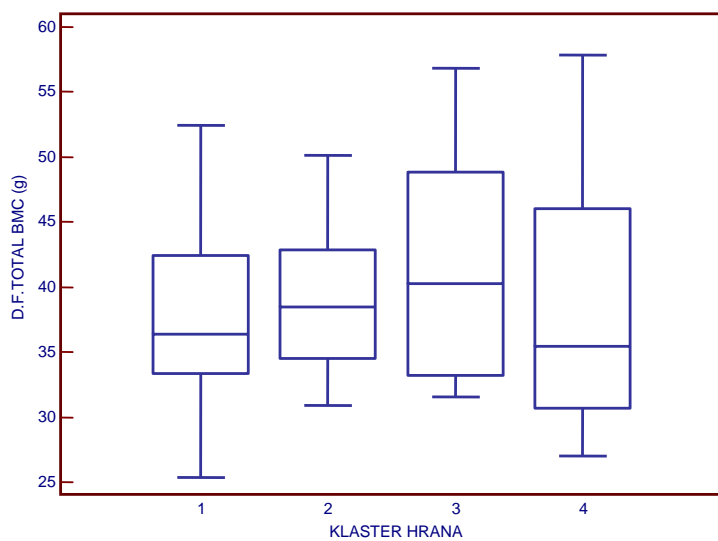


**Grafikon 6.33.** Razlike u rezultatima BMD po nivou kondicije za točku mjerenja neck mean\*  
(F= 3.947, p=0.005)

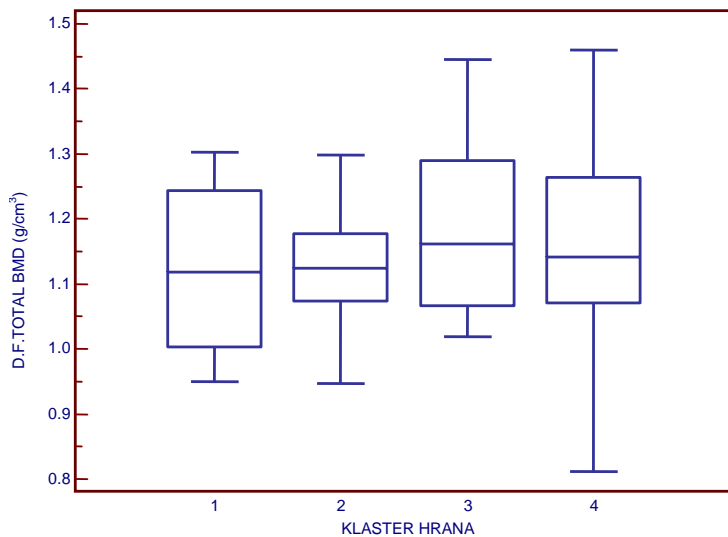


**Grafikon 6.34.** Razlike u rezultatima T-score po nivou kondicije za točku mjerenja neck mean\* (F= 3.679, p=0.008)

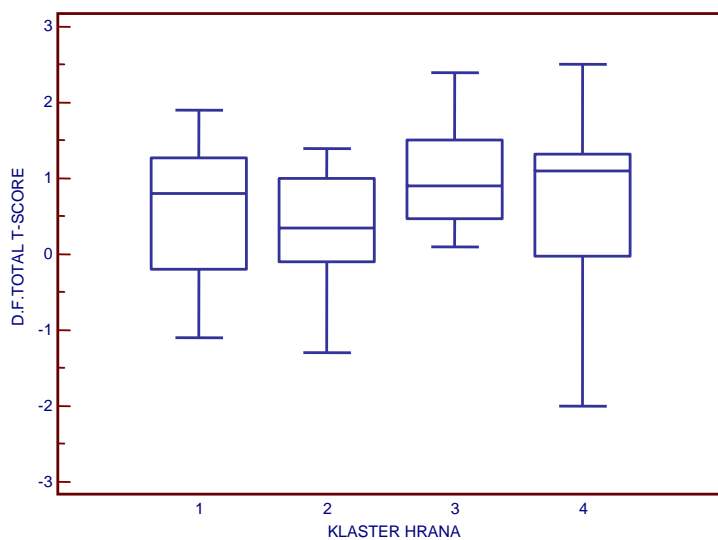
Razlike u rezultatima denzitometrije za različite klaster prehrane prikazane su grafikonima 6.35-6.43. Rezultati jednosmjernog ANOVA testa prikazani su uz svaki grafikon.



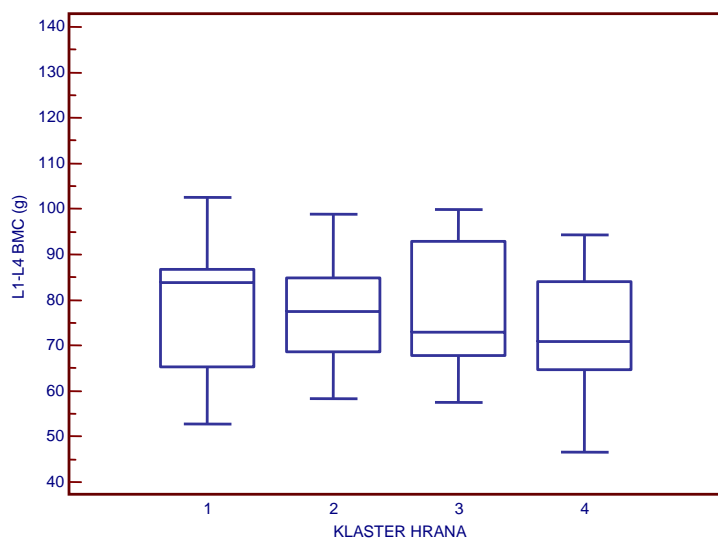
**Grafikon 6.35.** Razlike u rezultatima BMC po prehrani za točku mjerenja dual femur total (F= 0.202, p=0.894)



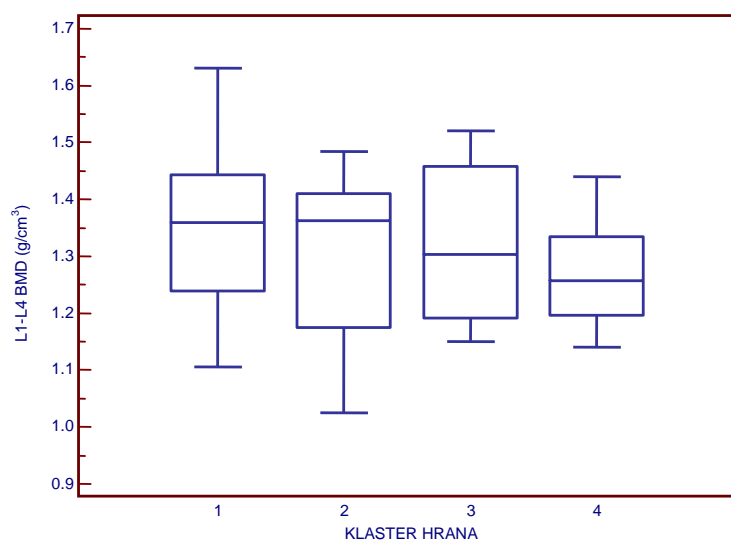
**Grafikon 6.36.** Razlike u rezultatima BMD po prehrani za točku mjerenja dual femur total (F=0.232, p=0.873)



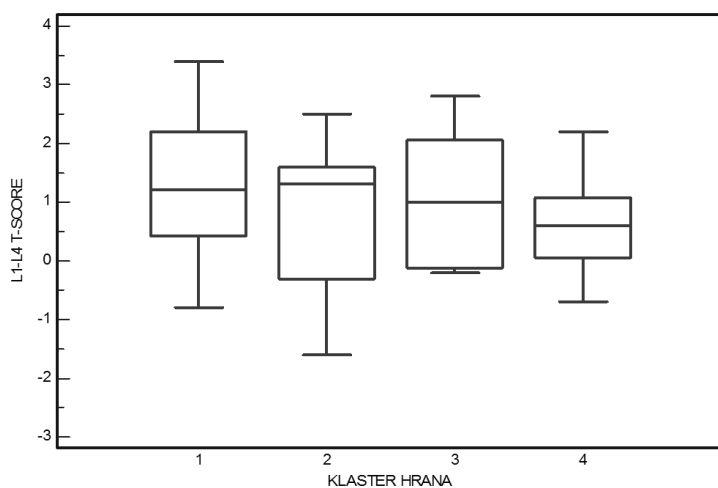
**Grafikon 6.37.** Razlike u rezultatima T-score po prehrani za točku mjerenja dual femur total (F= 0.378, p=0.769)



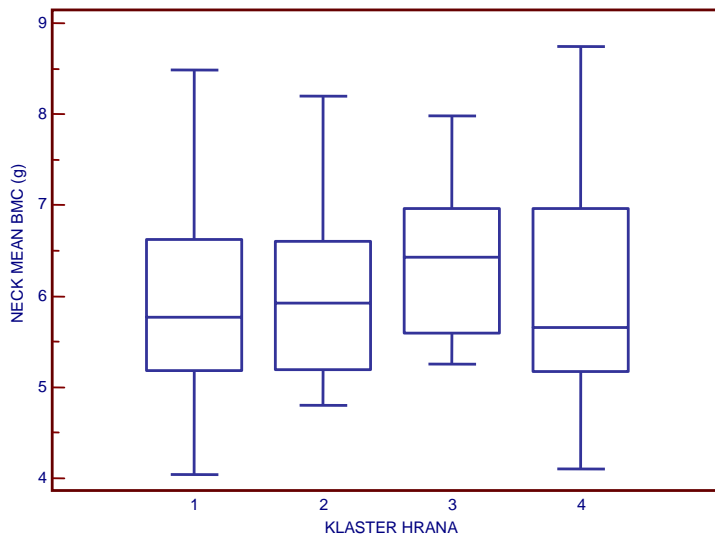
**Grafikon 6.38.** Razlike u rezultatima BMC po prehrani za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F= 0.53, 0.664)



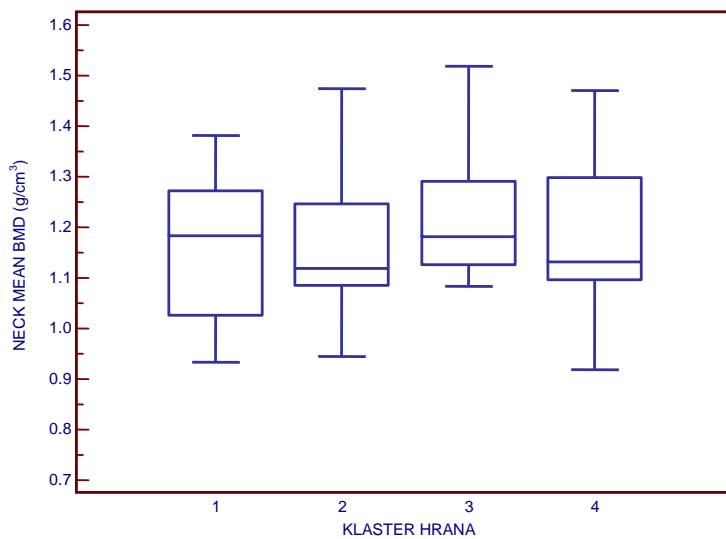
**Grafikon 6.39.** Razlike u rezultatima BMD po prehrani za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F= 0.769, p=0.518)



**Grafikon 6.40.** Razlike u rezultatima T-score po prehrani za točku mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice (F= 0.916, 0.442)

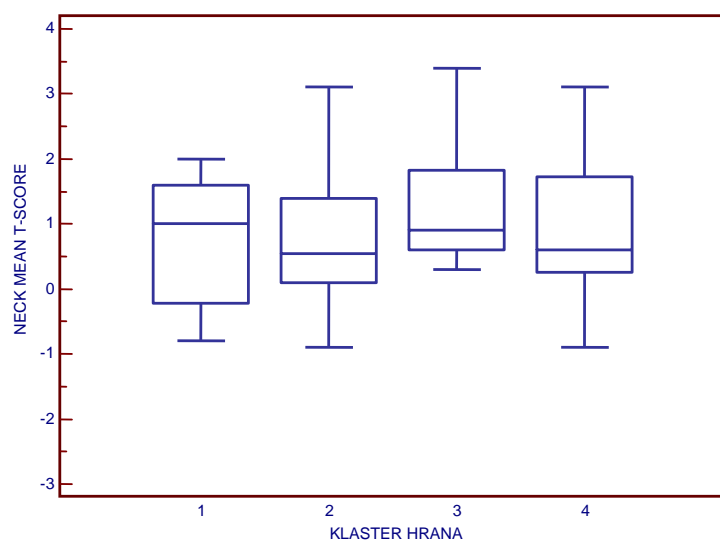


**Grafikon 6.41.** Razlike u rezultatima BMC po prehrani za točku mjerenja neck mean (F= 0.116, p=0.95)



**Grafikon 6.42.** Razlike u rezultatima BMD po prehrani za točku mjerenja neck mean (F= 0.335, p=0.800)





**Grafikon 6.43.** Razlike u rezultatima T-score po prehrani za točku mjerenja neck mean ( $F=0.418$ ,  $p=0.741$ )

Korelacije između unosa različitih namirnica i nutrijenata sa rezultatima denzitometrijskih mjerenja prikazane su tabelom 6.9.

**Tabela 6.9.** Korelacije rezultata denzitometrijskih mjerenja sa unosom različitih vrsta hrane i nutrijenata

		D.F.TOTAL BMC	D.F.TOTAL BMD	D.F.TOTAL T-SCORE	L1-L4 BMD C	L1-L4 BMD	L1-L4 T-SCORE	NECK MEAN BMC	NECK MEAN BMD	NECK MEAN T-SCORE
Alkohol (g)	r	0.101	0.074	0.006	-0.076	-0.16	-0.19	0.092	0.132	0.134
	p	0.503	0.625	0.971	0.614	0.289	0.206	0.542	0.38	0.373
Alfa karoten (mcg)	r	-0.022	-0.067	0.004	-0.007	0.052	0.086	0.004	-0.111	-0.075
	p	0.882	0.657	0.979	0.965	0.732	0.57	0.979	0.464	0.623
Beta karoten (mcg)	r	-0.006	-0.027	0.05	-0.037	0.02	0.055	-0.026	-0.09	-0.052
	p	0.969	0.86	0.74	0.808	0.895	0.718	0.866	0.551	0.732
Kalcij (mg)	r	<b>0.373*</b>	<b>0.317*</b>	0.243	0.233	0.042	0.002	<b>0.294*</b>	0.221	0.226
	p	<b>0.011</b>	<b>0.032</b>	0.104	0.119	0.781	0.989	<b>0.047</b>	0.14	0.131
Fruktoza (g)	r	0.17	0.212	0.275	0.024	0.106	0.121	0.117	0.175	0.2
	p	0.259	0.158	0.065	0.873	0.483	0.421	0.439	0.246	0.182
Galaktoza (g)	r	-0.051	-0.037	-0.029	-0.15	-0.134	-0.122	-0.113	-0.1	-0.102
	p	0.736	0.807	0.849	0.318	0.376	0.419	0.454	0.508	0.498
Glukoza (g)	r	0.151	0.202	0.268	0.032	0.091	0.107	0.089	0.182	0.208
	p	0.315	0.179	0.072	0.834	0.55	0.48	0.556	0.227	0.166
Laktoza (g)	r	<b>0.314*</b>	0.271	0.179	0.165	-0.033	-0.078	0.267	0.179	0.173
	p	<b>0.034</b>	0.068	0.234	0.274	0.826	0.605	0.072	0.233	0.25
Maltoza (g)	r	<b>0.299*</b>	<b>0.313*</b>	<b>0.303*</b>	0.185	0.059	0.037	0.286	0.325	<b>0.341*</b>
	p	<b>0.043</b>	<b>0.034</b>	<b>0.041</b>	0.217	0.699	0.808	0.054	0.028	<b>0.02</b>

Škrob (g)	r	<b>0.359*</b>	<b>0.313*</b>	0.246	0.229	0.041	0.008	<b>0.362*</b>	0.285	<b>0.292*</b>
	p	<b>0.014</b>	<b>0.034</b>	0.099	0.127	0.789	0.958	<b>0.013</b>	0.055	<b>0.049</b>
Saharoza (g)	r	0.208	0.255	0.295	0.01	0.012	0.021	0.109	0.186	0.214
	p	0.166	0.087	0.047	0.948	0.939	0.89	0.469	0.217	0.153
Ukupni ugljikohidrati (g)	r	<b>0.343*</b>	<b>0.349*</b>	<b>0.34*</b>	0.169	0.063	0.049	<b>0.293*</b>	<b>0.3*</b>	<b>0.321*</b>
	p	<b>0.02</b>	<b>0.018</b>	<b>0.021</b>	0.261	0.678	0.744	<b>0.048</b>	<b>0.043</b>	<b>0.03</b>
Karoteni ukupno (sa ekvivalentima) (mcg)	r	0.087	0.067	0.13	0.001	0.052	0.079	0.067	-0.006	0.03
	p	0.563	0.657	0.389	0.995	0.733	0.602	0.658	0.97	0.844
Klorid (mg)	r	<b>0.367*</b>	<b>0.318*</b>	0.249	0.231	0.076	0.038	<b>0.318*</b>	0.258	0.259
	p	<b>0.012</b>	<b>0.031</b>	0.095	0.123	0.616	0.802	<b>0.031</b>	0.084	0.082
Kolesterol (mg)	r	<b>0.581*</b>	<b>0.394*</b>	0.259	<b>0.562*</b>	0.23	0.162	<b>0.505*</b>	<b>0.301*</b>	<b>0.291*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.007</b>	0.082	<b>&lt;0.001</b>	0.125	0.281	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.042</b>	<b>0.049</b>
Bakar (mg)	r	0.15	0.175	0.218	0.207	0.069	0.075	0.16	0.149	0.173
	p	0.32	0.243	0.145	0.167	0.65	0.62	0.287	0.323	0.252
Unos energije (kcal)	r	<b>0.482*</b>	<b>0.447*</b>	<b>0.387*</b>	<b>0.313*</b>	0.122	0.083	<b>0.426*</b>	<b>0.412*</b>	<b>0.421*</b>
	p	<b>0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.008</b>	<b>0.034</b>	0.419	0.585	<b>0.003</b>	<b>0.004</b>	<b>0.004</b>
Masnoće-ukupno (g)	r	<b>0.486*</b>	<b>0.464*</b>	<b>0.404*</b>	<b>0.343*</b>	0.146	0.103	<b>0.425*</b>	<b>0.448*</b>	<b>0.453*</b>
	p	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.005</b>	<b>0.02</b>	0.333	0.494	<b>0.003</b>	<b>0.002</b>	<b>0.002</b>
Jod (mcg)	r	<b>0.529*</b>	<b>0.437*</b>	<b>0.3*</b>	<b>0.341*</b>	0.167	0.101	<b>0.465*</b>	<b>0.329*</b>	<b>0.316*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.043</b>	<b>0.021</b>	0.267	0.506	<b>0.001</b>	<b>0.026</b>	<b>0.033</b>
Željezo (mg)	r	<b>0.36*</b>	<b>0.312*</b>	0.264	0.25	0.069	0.041	<b>0.336*</b>	0.266	0.284
	p	<b>0.014</b>	<b>0.035</b>	0.077	0.093	0.649	0.789	<b>0.022</b>	0.074	0.056
Magnezij (mg)	r	<b>0.352*</b>	<b>0.301*</b>	0.254	0.216	0.089	0.065	<b>0.312*</b>	0.233	0.251
	p	<b>0.016</b>	<b>0.042</b>	0.088	0.149	0.554	0.667	<b>0.035</b>	0.119	0.093
Mangan (mg)	r	0.208	0.179	0.175	0.105	0.028	0.026	0.19	0.122	0.15
	p	0.165	0.233	0.244	0.488	0.856	0.863	0.206	0.418	0.319
Mononezasićene masne kiseline (MUFA - total) (g)	r	<b>0.529*</b>	<b>0.49*</b>	<b>0.416*</b>	<b>0.383*</b>	0.162	0.113	<b>0.473*</b>	<b>0.479*</b>	<b>0.483*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.004</b>	<b>0.009</b>	0.281	0.456	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>
Niacin (mg)	r	<b>0.541*</b>	<b>0.446*</b>	<b>0.357*</b>	<b>0.466*</b>	0.223	0.172	<b>0.522*</b>	<b>0.419*</b>	<b>0.421*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.015</b>	<b>0.001</b>	0.136	0.254	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.004</b>	<b>0.004</b>
Dušik (g)	r	<b>0.597*</b>	<b>0.453*</b>	<b>0.309*</b>	<b>0.49*</b>	0.204	0.131	<b>0.564*</b>	<b>0.404*</b>	<b>0.395*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.037</b>	<b>0.001</b>	0.174	0.385	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.005</b>	<b>0.007</b>
Fosfor (mg)	r	<b>0.529*</b>	<b>0.43*</b>	<b>0.326*</b>	<b>0.415*</b>	0.161	0.106	<b>0.48*</b>	<b>0.362*</b>	<b>0.365*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.003</b>	<b>0.027</b>	<b>0.004</b>	0.284	0.484	<b>0.001</b>	<b>0.013</b>	<b>0.013</b>
Polinezasićene masne kiseline (PUFA - total) (g)	r	<b>0.379*</b>	<b>0.328*</b>	0.272	0.188	-0.004	-0.034	0.29	0.263	0.27
	p	<b>0.009</b>	<b>0.026</b>	0.067	0.212	0.981	0.824	0.051	0.077	0.069
Kalij (mg)	r	<b>0.382*</b>	<b>0.323*</b>	0.287	0.236	0.123	0.099	<b>0.329*</b>	0.247	0.262
	p	<b>0.009</b>	<b>0.029</b>	0.053	0.115	0.415	0.513	<b>0.026</b>	0.098	0.079
Krumpir (g)	r	<b>0.476*</b>	<b>0.394*</b>	<b>0.314*</b>	<b>0.328*</b>	0.145	0.103	<b>0.502*</b>	<b>0.389*</b>	<b>0.38*</b>
	p	<b>0.001</b>	<b>0.007</b>	<b>0.033</b>	<b>0.026</b>	0.335	0.494	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.008</b>	<b>0.009</b>

Protein (g)	r	<b>0.596*</b>	<b>0.452*</b>	<b>0.308*</b>	<b>0.491*</b>	0.205	0.132	<b>0.563*</b>	<b>0.402*</b>	<b>0.392*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.037</b>	<b>0.001</b>	0.172	0.38	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.006</b>	<b>0.007</b>
Zasićene masne kiseline (SF A - total) (g)	r	<b>0.449*</b>	<b>0.472*</b>	<b>0.434*</b>	<b>0.35*</b>	0.197	0.16	<b>0.406*</b>	<b>0.485*</b>	<b>0.489*</b>
	p	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>	<b>0.003</b>	<b>0.017</b>	0.19	0.288	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>
Selen (mcg)	r	<b>0.536*</b>	<b>0.402*</b>	<b>0.263</b>	<b>0.456*</b>	0.22	0.154	<b>0.505*</b>	<b>0.35*</b>	<b>0.335*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.006</b>	<b>0.078</b>	<b>0.001</b>	0.141	0.308	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.017</b>	<b>0.023</b>
Natrij (mg)	r	<b>0.398*</b>	<b>0.348*</b>	0.279	0.267	0.11	0.07	<b>0.349*</b>	<b>0.293*</b>	<b>0.294*</b>
	p	<b>0.006</b>	<b>0.018</b>	0.061	0.072	0.466	0.643	<b>0.017</b>	<b>0.048</b>	<b>0.047</b>
Ukupno folati (mcg)	r	0.212	0.212	0.212	0.082	0.025	0.024	0.162	0.125	0.15
	p	0.158	0.158	0.157	0.586	0.869	0.872	0.282	0.407	0.32
Vitamin A - retinol (mcg)	r	0.022	0.086	0.156	0.145	0.049	0.066	0.037	0.077	0.095
	p	0.883	0.568	0.299	0.338	0.746	0.662	0.807	0.612	0.53
Vitamin A - ekvivalenti retinola (mcg)	r	0.034	0.095	0.173	0.143	0.056	0.076	0.046	0.075	0.099
	p	0.822	0.53	0.25	0.343	0.714	0.613	0.763	0.618	0.515
Vitamin B1 - tiamin (mg)	r	<b>0.427*</b>	<b>0.381*</b>	<b>0.341*</b>	<b>0.31*</b>	0.176	0.147	<b>0.423*</b>	<b>0.338*</b>	<b>0.345*</b>
	p	<b>0.003</b>	<b>0.009</b>	<b>0.02</b>	<b>0.036</b>	0.242	0.329	<b>0.003</b>	<b>0.022</b>	<b>0.019</b>
Vitamin B12 - kobalamin (mcg)	r	0.266	0.242	0.227	<b>0.353*</b>	0.165	0.144	0.274	0.196	0.203
	p	0.074	0.106	0.13	<b>0.016</b>	0.274	0.339	0.066	0.193	0.176
Vitamin B2 - riboflavin (mg)	r	<b>0.361*</b>	<b>0.36*</b>	<b>0.345*</b>	<b>0.347*</b>	0.125	0.104	<b>0.322*</b>	0.281	<b>0.302*</b>
	p	<b>0.014</b>	<b>0.014</b>	<b>0.019</b>	<b>0.018</b>	0.407	0.492	<b>0.029</b>	0.058	<b>0.041</b>
Vitamin B6 - piridoksin (mg)	r	<b>0.453*</b>	<b>0.375*</b>	<b>0.305*</b>	0.279	0.099	0.062	<b>0.424*</b>	<b>0.304*</b>	<b>0.316*</b>
	p	<b>0.002</b>	<b>0.01</b>	<b>0.039</b>	0.06	0.513	0.681	<b>0.003</b>	<b>0.04</b>	<b>0.032</b>
Vitamin C - askorbinska kiselina (mg)	r	0.066	0.08	0.126	-0.106	-0.033	-0.012	0.009	-0.008	0.015
	p	0.663	0.595	0.406	0.484	0.829	0.934	0.955	0.955	0.919
Vitamin D - ergokalciferol (mcg)	r	<b>0.585*</b>	<b>0.448*</b>	<b>0.33*</b>	<b>0.52*</b>	<b>0.316*</b>	0.251	<b>0.517*</b>	<b>0.374*</b>	<b>0.364*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.025</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.032</b>	0.092	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.01</b>	<b>0.013</b>
Vitamin E - ekvivalenti alfa tokoferola (mg)	r	0.258	0.266	0.282	0.134	0.044	0.041	0.181	0.228	0.252
	p	0.083	0.075	0.057	0.376	0.77	0.785	0.228	0.128	0.092
Cink (mg)	r	<b>0.507*</b>	<b>0.391*</b>	0.266	<b>0.389*</b>	0.113	0.05	<b>0.498*</b>	<b>0.343*</b>	<b>0.344*</b>
	p	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.007</b>	0.074	<b>0.008</b>	0.454	0.743	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.02</b>	<b>0.019</b>

Povezanost hrane i rezultata denzitometrijskih mjerenja među kojima postoji korelacija ispitana je multiplom regresijom na načina da su rezultati denzitometrijskih mjerenja zavisne varijable, dok su namirnice i nutrijenti koji s njima koreliraju nezavisne varijable. Tako je za multiplu regresiju dual femur BMC i nutrijenata koji koreliraju s ovim rezultatom dobiveni rezultati:  $R^2=0,800$ ,  $F(24,18)=3,012$ ,  $p=0,010$ . Koeficijent multiple korelacije je 0,8948, a

pojedinačni koeficijenti dati su tabelom 6.10, iz čega je vidljiv pojedini doprinos svakog nutrijenta.

**Tabela 6.10.** Rezultati multiple regresije za pojedine nutrijente i BMC u točki mjerenja dual femur total

Nezavisne varijable	koeficijent	Standardna pogreška	t	P
(konstanta)	28.4848			
kalcij_mg_	0.005771	0.01848	0.312	0.7584
Vitamin_B2_riboflavin_mg_	8.0560	5.7965	1.390	0.1815
Ukupno masnoće_g_	0.6662	4.6504	0.143	0.8877
Škrob_g_	0.1519	0.09107	1.668	0.1126
Klorid_mg_	-0.009354	0.01378	-0.679	0.5059
Kolesterol_mg_	0.01028	0.01991	0.516	0.6120
Unos energije_kcal_	0.002544	0.01856	0.137	0.8925
Vitamin_B6_piridoksin_mg_	-4.0446	10.2915	-0.393	0.6989
Jod_mcg_	0.08857	0.06184	1.432	0.1692
Željezo_mg_	-0.3810	2.6254	-0.145	0.8862
Magnezij_mg_	-0.06873	0.08866	-0.775	0.4482
Mononezasićene masne kiseline_MUFA_total_g_	-1.2851	5.2497	-0.245	0.8094
Niacin_mg_	-0.1925	0.7842	-0.246	0.8088
Dušik_g_	70.3734	36.7418	1.915	0.0715
Fosfor_mg_	-0.05003	0.03722	-1.344	0.1956
Polinezasićene masne kiseline_PUFA_total_g_	-0.5522	4.9808	-0.111	0.9129
Kalij_mg_	0.006418	0.007735	0.830	0.4176
Protein_g_	-10.4455	5.9023	-1.770	0.0937
Zasićene masne kiseline_SFA_total_g_	-0.6044	5.0055	-0.121	0.9052
Selen_mcg_	<b>0.7277*</b>	0.3294	2.209	<b>0.0404</b>
Natrij_mg_	0.01443	0.02139	0.675	0.5085
Vitamin_B1_tiamin_mg_	3.1536	10.8398	0.291	0.7744
Cink_mg_	-0.7165	2.8541	-0.251	0.8046
Vitamin_D_ergokalciferol_mcg_	<b>4.3676*</b>	1.6046	2.722	<b>0.0140</b>

Za multiplu regresiju dual femur BMD i nutrijenata koji koreliraju s ovom varijablom dobiveni su sljedeći rezultati:  $R^2=0,6974$ ,  $F(24,18)=1,728$ ,  $p=0,119$ . Kako nema statističke značajnosti ove regresije nisu prikazani pojedini koeficijenti za nutrijente.

Multipla regresija dual femur T-score sa nutrijentima daje rezultate:  $R^2=0,44$ ,  $F(17,25)=1,156$ ,  $p=0,362$ . Iz rezultata je vidljivo da na varijablu dual femur T-score ne utječu statistički značajno varijable unosa nutrijenata, te pojedini koeficijenti nisu prikazani.

Varijabla L1-L4 BMC daje sljedeće rezultate multiple regresije sa nutrijentima s kojima korelira:  $R^2=0,657$ ,  $F(15,27)=3,448$ ,  $p=0,003$ . Pojedini koeficijenti nutrijenata dati su u tabeli 6.11.

**Tabela 6.11.** Rezultati multiple regresije za pojedine nutrijente i BMC u točki mjerenja L1-L4 lumbalne kralježnice

Nezavisne varijable	koeficijent	Standardna pogreška	t	P
(konstanta)	66.3222			
kolesterol_mg_	0.01733	0.02581	0.672	0.5075
Unos energije_kcal_	-0.02108	0.01426	-1.479	0.1508
Ukupne masnoće_g_	-0.6606	0.6790	-0.973	0.3393
Jod_mcg_	-0.1020	0.06913	-1.476	0.1516
Mononezasićene kisljine_MUFA_total_g_	masne 1.0452	1.5618	0.669	0.5090
Niacin_mg_	0.1569	0.7172	0.219	0.8285
Dušik_g_	14.8173	35.2479	0.420	0.6775
Fosfor_mg_	0.009575	0.02889	0.331	0.7429
Protein_g_	-1.9595	5.5748	-0.351	0.7280
Zasićene masne kisljine_SFA_total_g_	1.1880	0.6185	1.921	0.0654
Selen_mcg_	0.2007	0.2466	0.814	0.4228
Vitamin_B1_tiamin_mg_	<b>14.8913*</b>	7.0416	2.115	<b>0.0438</b>
Vitamin_B2_riboflavin_mg_	1.9578	6.3236	0.310	0.7592
Vitamin_D_ergokalciferol_mcg_	4.6493	2.4339	1.910	0.0668
Cink_mg_	-3.5754	1.8667	-1.915	0.0661

Multipla regresija koja pokazuje utjecaj unosa nutrijenata na neck mean BMC dala je rezultate:

$R^2=0,7968$ ,  $F(24,18)=2,943$ ,  $p=0,011$ . Koeficijent multiple korelacije je 0,8927, a pojedinačni koeficijenti dati su tabelom 6.12.

**Tabela 6.12.** Rezultati multiple regresije za pojedine nutrijente i BMC u točki mjerenja neck mean

Nezavisne varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	t	P
(konstanta)	4.9374			
Kalcij_mg_	0.001789	0.002587	0.692	0.4980
Škrob_g_	0.02209	0.01307	1.690	0.1083
Ukupni ugljikohidrati_g_	-0.002945	0.02154	-0.137	0.8928
Klorid_mg_	-	0.001708	-0.312	0.7584
	0.0005332			
Kolesterol_mg_	0.00267	0.002638	1.012	0.3249
Unos energije_kcal_	0.001629	0.004771	0.341	0.7367
Ukupne masnoće_g_	-0.04445	0.1036	-0.429	0.6730
Jod_mcg_	0.01722	0.008948	1.925	0.0702
Željezo_mg_	0.006368	0.3677	0.0173	0.9864
Magnezij_mg_	-0.003748	0.01113	-0.337	0.7403
Mononezasićene kisljine_MUFA_total_g_	masne 0.02368	0.1977	0.120	0.9060
Niacin_mg_	0.0003741	0.09403	0.00398	0.9969
Dušik_g_	6.7557	5.1863	1.303	0.2091
Fosfor_mg_	-0.009742	0.005551	-1.755	0.0963
Kalij_mg_	0.0001306	0.001079	0.121	0.9050
Protein_g_	-0.9721	0.8417	-1.155	0.2633
Zasićene kisljine_SFA_total_g_	masne 0.03164	0.06386	0.495	0.6263
Selen_mcg_	<b>0.09386*</b>	0.04307	2.179	<b>0.0428</b>
Natrij_mg_	0.0005569	0.002651	0.210	0.8359
Vitamin_B1_tiamin_mg_	1.8404	1.4592	1.261	0.2233
Vitamin_B2_riboflavin_mg_	0.8781	0.8029	1.094	0.2885

Vitamin B6_piridoksin_mg_	-0.9023	1.4919	-0.605	0.5529
Vitamin D_ergokalciferol_mcg_	<b>0.5059*</b>	0.2201	2.299	<b>0.0337</b>
Cink_mg_	-0.06223	0.4180	-0.149	0.8833

Multipla regresija koja pokazuje utjecaj unosa nutrijenata na neck mean BMD dala je rezultate:

$R^2=0,7017$ ,  $F(18,24)=3,136$ ,  $p=0,005$ . Koeficijent multiple korelacije je 0,8337, a pojedinačni koeficijenti dati su tabelom 6.13.

**Tabela 6.13.** Rezultati multiple regresije za pojedine nutrijente i BMD u točki mjerenja neck mean

Nezavisne varijable	koeficijent	Standardna pogreška	t	P
(konstanta)	1.0679			
Maltoza_g_	-0.01256	0.0200	-0.628	0.5360
Ukupni ugljikohidrati_g_	-0.002317	0.002389	-0.970	0.3418
Kolesterol_mg_	0.0001321	0.0002536	0.521	0.6073
Unos energije_kcal_	0.0008369	0.000461	1.815	0.0820
Ukupne masnoće_g_	-0.01325	0.00895	-1.480	0.1518
Jod_mcg_	0.001537	0.001008	1.524	0.1405
Mononezasićene masne kiseline_MUFA_total_g_	0.003925	0.01707	0.230	0.8201
Niacin_mg_	0.007088	0.007833	0.905	0.3745
Dušik_g_	<b>1.0600 *</b>	0.3879	2.733	<b>0.0116</b>
Fosfor_mg_	-0.0004054	0.0004062	-0.998	0.3282
Protein_g_	<b>-0.1671 *</b>	0.06253	-2.673	<b>0.0133</b>
Zasićene masne kiseline_SFA_total_g_	0.01264	0.00674	1.876	0.0729
Selen_mcg_	<b>0.008003 *</b>	0.003269	2.448	<b>0.0221</b>
Natrij_mg_	-0.00004303	0.00005346	-0.805	0.4287
Vitamin B1_tiamin_mg_	<b>0.2529 *</b>	0.0962	2.629	<b>0.0147</b>
Vitamin B6_piridoksin_mg_	-0.1719	0.1465	-1.174	0.2521
Vitamin D_ergokalciferol_mcg_	<b>0.05334 *</b>	0.02394	2.228	<b>0.0355</b>
Cink_mg_	-0.01681	0.03217	-0.522	0.6062

Multipla regresija nezavisne varijable neck mean T-score i zavisnih unosa pojedinih nutrijenata dala je rezultate:  $R^2=0,72$ ,  $F(20,22)=2,838$ ,  $p=0,010$ . Koeficijent multiple korelacije je 0,848, a pojedinačni koeficijenti prikazani su u tabeli 6.14.

**Tabela 6.14.** Rezultati multiple regresije za pojedine nutrijente i T-score u točki mjerenja neck mean

Nezavisne varijable	koeficijent	Standardna pogreška	t	P
(konstanta)	0.1666			
Maltoza_g_	-0.0271	0.1555	-0.174	0.8632
Škrob_g_	0.01516	0.009732	1.558	0.1336
Ukupni ugljikohidrati_g_	-0.03042	0.02099	-1.450	0.1612
Kolesterol_mg_	0.001261	0.002219	0.568	0.5757
Unos energije_kcal_	<b>0.008508 *</b>	0.004045	2.103	<b>0.0471</b>
Ukupne masnoće_g_	-0.1463	0.07973	-1.836	0.0800

Jod_mcg_		0.01097	0.007564	1.450	0.1613
Mononezasićene kiseline_MUFA_total_g_	masne	0.07295	0.1374	0.531	0.6009
Niacin_mg_		0.01709	0.07141	0.239	0.8131
Dušik_g_		<b>6.9476 *</b>	2.9857	2.327	<b>0.0296</b>
Fosfor_mg_		-0.002935	0.003702	-0.793	0.4364
Protein_g_		<b>-1.0873 *</b>	0.4777	-2.276	<b>0.0329</b>
Zasićene kiseline_SFA_total_g_	masne	<b>0.1156 *</b>	0.05263	2.196	<b>0.0390</b>
Selen_mcg_		<b>0.07424 *</b>	0.02842	2.612	<b>0.0159</b>
Natrij_mg_		-0.0001945	0.0004139	-0.470	0.6431
Vitamin_B1_tiamin_mg_		<b>1.8294 *</b>	0.7456	2.453	<b>0.0225</b>
Vitamin_B2_riboflavin_mg_		0.3097	0.5679	0.545	0.5910
Vitamin_B6_piridoksin_mg_		-0.7786	1.0967	-0.710	0.4852
Vitamin_D_ergokalciferol_mcg_		<b>0.4915 *</b>	0.1912	2.571	<b>0.0174</b>
Cink_mg_		-0.3747	0.2776	-1.350	0.1908

Korelacije rezultata denzitometrijskih mjerenja i rezultata antropometrijskih mjerenja prikazane su u tabeli 6.15., te u tabeli 6.16. razvrstano po spolu

**Tabela 6.15.** Korelacije rezultata denzitometrijskih i antropometrijskih mjerenja za sve ispitanike

		D.F.TO TAL B MC	D.F.TO TAL B MD	D.F.TO TAL T- SCORE	L1- L4 BMC	L1- L4 BM D	L1- L4 T- SCORE	NECK MEAN BMC	NECK MEAN BMD	NECK MEAN T- SCORE
Visina	r	<b>0.468 *</b>	<b>0.362 *</b>	<b>0.322 *</b>	<b>0.624 *</b>	<b>0.467 *</b>	<b>0.424 *</b>	<b>0.507 *</b>	<b>0.491 *</b>	<b>0.463 *</b>
	P	<b>0.001</b>	<b>0.014</b>	<b>0.031</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.004</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>
Masa	r	<b>0.456 *</b>	<b>0.314 *</b>	0.294	<b>0.663 *</b>	<b>0.502 *</b>	<b>0.471 *</b>	<b>0.461 *</b>	<b>0.399 *</b>	<b>0.395 *</b>
	P	<b>0.002</b>	<b>0.036</b>	0.05	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.007</b>	<b>0.007</b>
B.M.I.	r	0.29	0.17	0.178	<b>0.456 *</b>	<b>0.345 *</b>	<b>0.336 *</b>	0.28	0.219	0.234
	P	0.053	0.264	0.243	<b>0.002</b>	<b>0.02</b>	<b>0.024</b>	0.062	0.148	0.121
W.H.R.	r	0.273	0.225	0.22	<b>0.343 *</b>	<b>0.296 *</b>	0.282	0.257	0.185	0.22
	P	0.069	0.138	0.147	<b>0.021</b>	<b>0.049</b>	0.061	0.088	0.225	0.146
T.E.E.	r	<b>0.443 *</b>	<b>0.314 *</b>	0.236	<b>0.56 *</b>	<b>0.418 *</b>	<b>0.368 *</b>	<b>0.475 *</b>	<b>0.429 *</b>	<b>0.397 *</b>
	P	<b>0.002</b>	<b>0.036</b>	0.118	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.004</b>	<b>0.013</b>	<b>0.001</b>	<b>0.003</b>	<b>0.007</b>
L.B.M.	r	<b>0.358 *</b>	0.24	0.205	<b>0.557 *</b>	<b>0.4 *</b>	<b>0.368 *</b>	<b>0.385 *</b>	<b>0.384 *</b>	<b>0.362 *</b>
	P	<b>0.016</b>	0.112	0.176	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.007</b>	<b>0.013</b>	<b>0.009</b>	<b>0.009</b>	<b>0.015</b>
S.L.M.	r	<b>0.463 *</b>	<b>0.326 *</b>	0.267	<b>0.613 *</b>	<b>0.452 *</b>	<b>0.407 *</b>	<b>0.493 *</b>	<b>0.451 *</b>	<b>0.423 *</b>
	P	<b>0.001</b>	<b>0.029</b>	0.076	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.004</b>
M.B.F.	r	0.218	0.137	0.19	<b>0.413 *</b>	<b>0.331 *</b>	<b>0.338 *</b>	0.178	0.117	0.152
	P	0.15	0.371	0.21	<b>0.005</b>	<b>0.026</b>	<b>0.023</b>	0.242	0.446	0.318
Minerali	r	<b>0.391 *</b>	0.29	0.273	<b>0.52 *</b>	<b>0.458 *</b>	<b>0.431 *</b>	<b>0.357 *</b>	0.264	0.28
	P	<b>0.008</b>	0.053	0.069	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.003</b>	<b>0.016</b>	0.079	0.062

**Tabela 6.16.** Korelacije rezultata denzitometrijskih i antropometrijskih mjerenja razvrstano po spolu ispitanika

MUŠKARCI		D.F.TO TAL B MC	D.F.TO TAL B MD	D.F.TO TAL T- SCORE	L1- L4 BMC	L1- L4 BM D	L1- L4 T- SCORE	NECK MEAN BMC	NECK MEAN BMD	NECK MEAN T- SCORE
Visina	r	<b>0.498 *</b>	<b>0.353 *</b>	0.332	<b>0.523 *</b>	<b>0.474 *</b>	<b>0.444 *</b>	<b>0.427 *</b>	<b>0.486 *</b>	<b>0.450 *</b>
	P	<b>0.001</b>	<b>0.01</b>	0.061	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>
Masa	r	<b>0.477*</b>	0.358	0.209	0.633	0.522	0.464	0.453	0.344	0.091
	P	<b>0.023</b>	0.36	0.508	0.05	0.125	0.143	0.1	0.07	0.774
B.M.I.	r	0.29	0.17	0.427	<b>0.456 *</b>	0.342	0.555	0.28	0.219	0.345
	P	0.053	0.264	0.177	<b>0.002</b>	0.064	0.079	0.062	0.148	0.275
W.H.R.	r	0.265	0.398	0.25	<b>0.300 *</b>	<b>0.368*</b>	0.222	0.269	0.166	0.39
	P	0.099	0.152	0.177	<b>0.03</b>	<b>0.042</b>	0.056	0.099	0.458	0.167
T.E.E.	r	<b>0.223 *</b>	<b>0.12 *</b>	0.366	<b>0.52 *</b>	<b>0.389 *</b>	<b>0.299 *</b>	<b>0.385 *</b>	<b>0.405 *</b>	<b>0.359*</b>
	P	<b>0.01</b>	<b>0.023</b>	0.187	<b>0.026</b>	<b>0.047</b>	<b>0.025</b>	<b>0.006</b>	<b>0.008</b>	<b>0.008</b>
L.B.M.	r	-0.022	-0.066	-0.045	0.219	-0.048	-0.001	-0.134	-0.062	-0.004
	P	0.949	0.847	0.984	0.518	0.888	0.996	0.694	0.855	0.889
S.L.M.	r	0.31	0.153	0.0498	<b>0.72*</b>	0.475	0.369	0.254	0.118	0.088
	P	0.354	0.653	0.873	<b>0.012</b>	0.14	0.279	0.45	0.73	0.78
M.B.F.	r	0.478	0.533	0.427	0.287	0.254	0.309	0.476	0.299	0.364
	P	0.156	0.289	0.177	0.183	0.394	0.328	0.289	0.385	0.25
Minerali	r	0.427	0.288	0.225	<b>0.615*</b>	0.445	0.5	0.217	0.222	0.092
	P	0.19	0.39	0.477	<b>0.044</b>	0.17	0.114	0.522	0.511	0.772
ŽENE			D.F.TOT AL BMC	D.F.TOT AL BMD	D.F.TOT AL T- SCORE	L1- L4 BMC	L1- L4 BMD	L1-L4 T- SCORE	NECK M EAN BM C	NECK M EAN BM D
Visina	r	<b>0.367*</b>	<b>0.236 *</b>	0.361	<b>0.342 *</b>	<b>0.395*</b>	<b>0.284 *</b>	<b>0.249 *</b>	<b>0.620 *</b>	<b>0.389 *</b>
	P	<b>0.032</b>	<b>0.049</b>	0.094	<b>0.047</b>	<b>0.01</b>	<b>0.006</b>	<b>0.032</b>	<b>0.045</b>	<b>0.016</b>
Masa	r	0.093	<b>0.578*</b>	<b>0.676*</b>	0.623	0.846	0.511	<b>0.496*</b>	<b>0.635*</b>	<b>0.707*</b>
	P	0.056	<b>0.045</b>	<b>0.015</b>	0.059	0.628	0.065	<b>0.026</b>	<b>0.039</b>	<b>0.011</b>
B.M.I.	r	0.374	0.463	0.479	0.254	0.391	0.291	0.394	<b>0.483*</b>	<b>0.564*</b>
	P	0.73	0.097	0.084	0.68	0.386	0.294	0.0936	<b>0.047</b>	<b>0.042</b>
W.H.R.	r	0.285	0.356	0.284	<b>0.341*</b>	<b>0.292*</b>	0.167	0.315	0.243	0.62
	P	0.093	0.149	0.195	<b>0.046</b>	<b>0.024</b>	0.069	0.084	0.493	0.293
T.E.E.	r	<b>0.166 *</b>	<b>0.09*</b>	0.098	<b>0.39 *</b>	<b>0.289 *</b>	<b>0.165 *</b>	<b>0.258 *</b>	<b>0.413 *</b>	<b>0.294*</b>



	P	<b>0.03</b>	<b>0.006</b>	0.059	<b>0.043</b>	<b>0.041</b>	<b>0.039</b>	<b>0.026</b>	<b>0.0286</b>	<b>0.014</b>
L.B.M.	r	<b>0.779*</b>	<b>0.593*</b>	<b>0.439*</b>	<b>0.785*</b>	0.507	0.481	<b>0.806*</b>	<b>0.675*</b>	<b>0.476*</b>
	P	<b>0.001</b>	<b>0.025</b>	<b>0.043</b>	<b>0.001</b>	0.064	0.0582	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.008</b>	<b>0.0395</b>
S.L.M.	r	<b>0.78*</b>	<b>0.593*</b>	0.425	<b>0.785*</b>	0.503	0.381	<b>0.805*</b>	<b>0.668*</b>	<b>0.628*</b>
	P	<b>0.001</b>	<b>0.025</b>	0.051	<b>0.001</b>	0.067	0.059	<b>0.001</b>	<b>0.009</b>	<b>0.004</b>
M.B.F.	r	0.496	<b>0.542*</b>	<b>0.556*</b>	0.486	0.654	0.474	0.054	<b>0.587*</b>	<b>0.646*</b>
	P	0.568	<b>0.046</b>	<b>0.045</b>	0.076	0.094	0.087	0.095	<b>0.039</b>	<b>0.02</b>
Minerali	r	<b>0.726*</b>	<b>0.565*</b>	<b>0.662*</b>	<b>0.739*</b>	0.522	0.494	<b>0.785*</b>	<b>0.709*</b>	<b>0.738*</b>
	P	<b>0.003</b>	<b>0.035</b>	<b>0.017</b>	<b>0.003</b>	0.055	0.075	<b>0.001</b>	<b>0.005</b>	<b>0.008</b>

Povezanost rezultata među kojima postoji korelacija u cijelom uzorku ispitana je multiplom regresijom u kojoj su zavisne varijable rezultati denzitometrije, a nezavisne varijable rezultati antropometrijskih mjerenja koji su pokazali statistički značajnu korelaciju sa pojedinim rezultatom denzitometrijskih mjerenja. Rezultati su prikazani u tabeli 6.17. Pojedinačne povezanosti koje su statistički značajne pokazala se za prediktore zavisne varijable L1-L4 BMC nezavisne varijable: BMI i ukupni utrošak energije (TEE), sa koeficijentima regresije i pripadajućim nivoima značajnosti : -11,17 (p=0,019), te -0,091 (p=0,035) respektivno. U svim ostalim slučajevima, iako postoji regresija koja je statistički značajna, niti jedna varijabla nije statistički značajan prediktor zavisne varijable.

**Tabela 6.17.** Rezultati multiplih regresija rezultata denzitometrijskih mjerenja i rezultata antropometrijskih mjerenja koji s njima koreliraju

ZAVISNA VARIJABLA	R <sup>2</sup>	F(DF regresije/DF residual)	p
DF TOTAL BMC	<b>0,31 *</b>	(6/38)=2,85	<b>0,022</b>
DF TOTAL BMD	<b>0,14</b>	(4/40)=1,64	<b>0,182</b>
L1-L4 BMC	<b>0,64 *</b>	(9/35)=6,97	<b>&lt;0,001</b>
L1-L4 BMD	<b>0,457 *</b>	(9/35)=3,27	<b>0,005</b>
L1-L4 T-SCORE	<b>0,377 *</b>	(8/36)=2,72	<b>0,019</b>
NECK MEAN BMC	<b>0,327 *</b>	(6/38)=3,08	<b>0,015</b>
NECK MEAN BMD	<b>0,249 *</b>	(5/39)=2,59	<b>0,041</b>
NECK MEAN T-SCORE	<b>0,22</b>	(5/39)=2,299	<b>0,065</b>

#### **6.4. Rezultati određivanja biokemijskih pokazatelja pregradnje kosti**

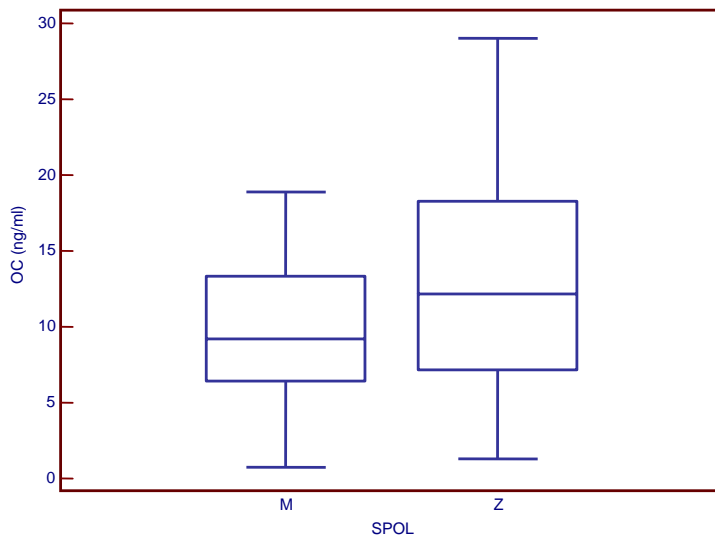
Uvjete normalne raspodjele zadovoljile su raspodjele osteokalcina (OC), C-terminalnog propeptida kolagena tipa I (PICP), piridinolina (PYD) i osteoprotegerina (OPG), te su njihove srednje vrijednosti izražene kao aritmetička sredina±standardna devijacija, dok su srednje vrijednosti za paratiroidni hormon (PTH) i receptor aktivator nuklearnog faktora kB liganda

(RANKL) izražene medijanom i rasponom. Za normalno raspodijeljene podatke razlike među grupama po spolu, nivou aktivnosti, stanju kondicije i prehrani testirane su jednosmjernim ANOVA testom, a za podatke čija raspodjela odstupa od normalne korišten je Kruskal-Wallisov test.

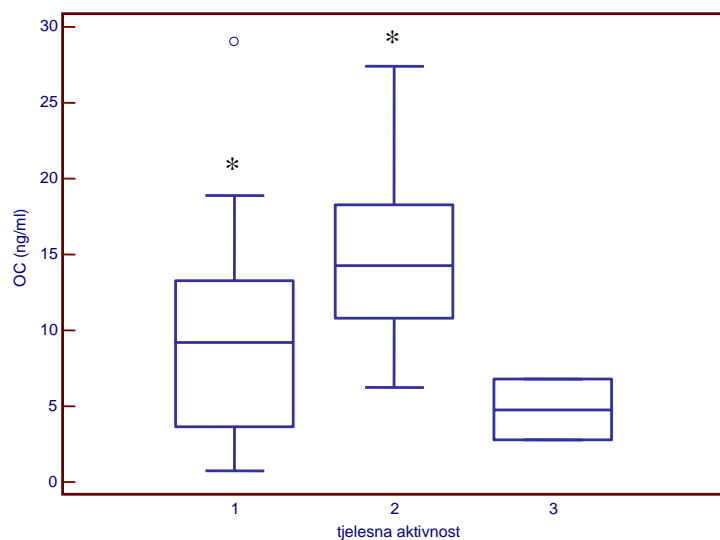
#### 6.4.1. Osteokalcin

Koncentracija u uzorku kretala se od 0,769 do 29,033 ng/ml sa normalnom raspodjelom. Aritmetička sredina±standardna devijacija je 11,352±6,659 ng/ml.

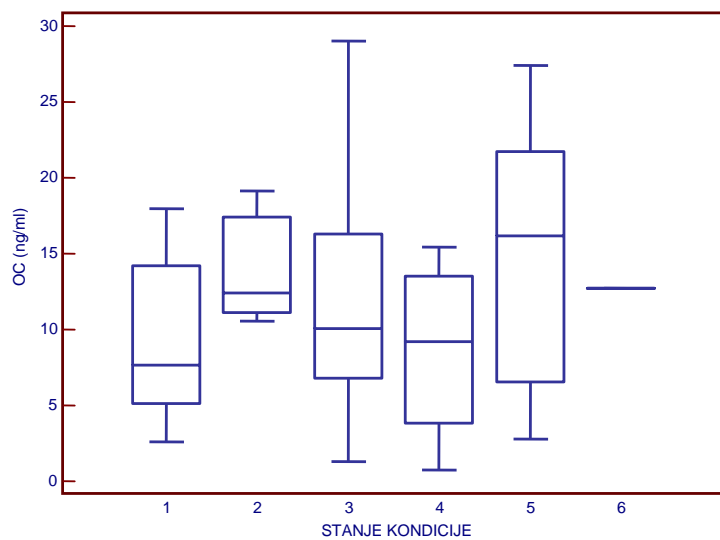
Usporedba koncentracija među ispitanicima diferenciranim po spolu, po nivou aktivnosti, stanju kondicije i razlikama u prehrani prikazana je grafikonima, a uz svaki grafikon dati su rezultati jednosmjernog ANOVA testa kojim je određena statistička značajnost razlika.



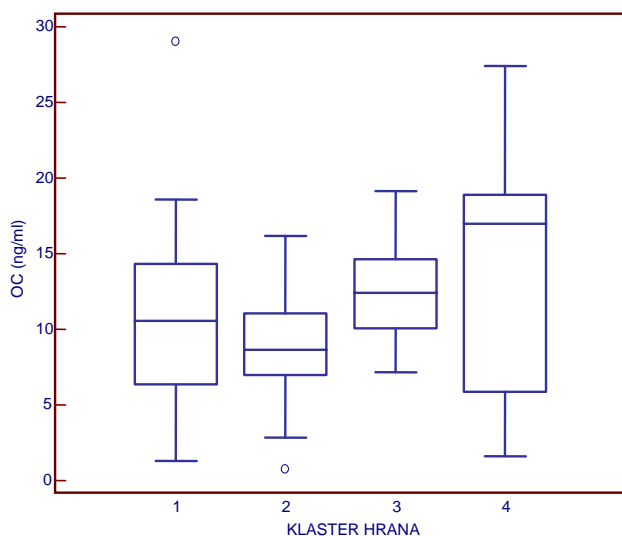
**Grafikon 6.44.** Razlike u koncentraciji OC po spolu (F=3.47, p=0.069)



**Grafikon 6.45.** Razlike u koncentraciji OC po nivou tjelesne aktivnosti\* ( $F=3.93$ ,  $p=0.028$ )



**Grafikon 6.46.** Razlike u koncentraciji OC po nivou kondicije ( $F=0.88$ ,  $p=0.504$ )

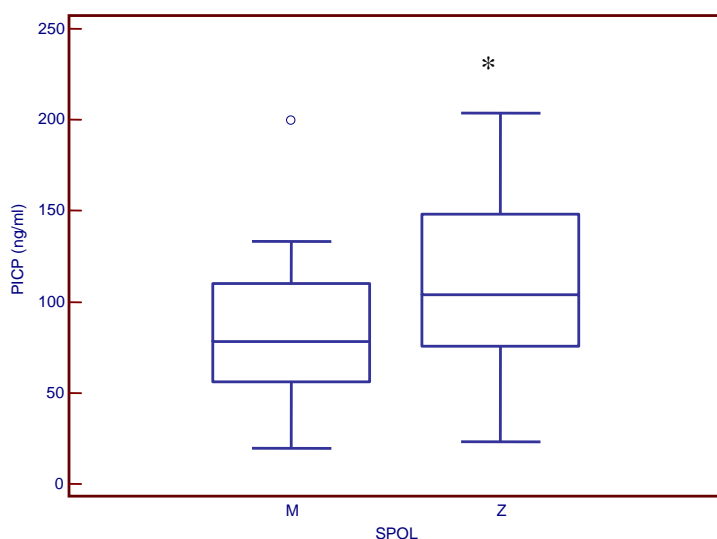


**Grafikon 6.47.** Razlike u koncentraciji OC po klasteru hrane (F=1.35, p=0.273)

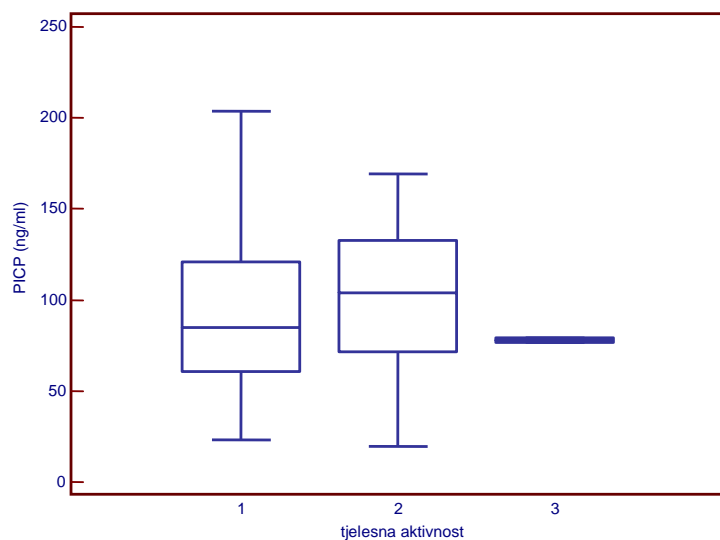
#### 6.4.2. PICP (C-terminalni peptid kolagen tipa I)

Srednja vrijednost koncentracije je  $99,55 \pm 45,609$  ng/ml, a koncentracija se kretala od 19,64 ng/ml do 203,64 ng/ml.

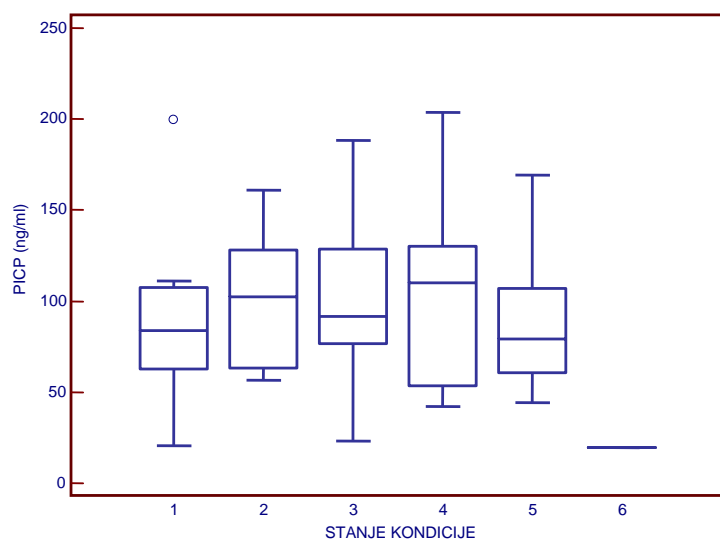
Razlike u koncentracijama među ispitanicima diferenciranim po spolu, po nivou aktivnosti, stanju kondicije i razlikama u prehrani prikazane su grafikonima, uz koje su date vrijednosti p dobivene testiranjem razlika ANOVA testovima.



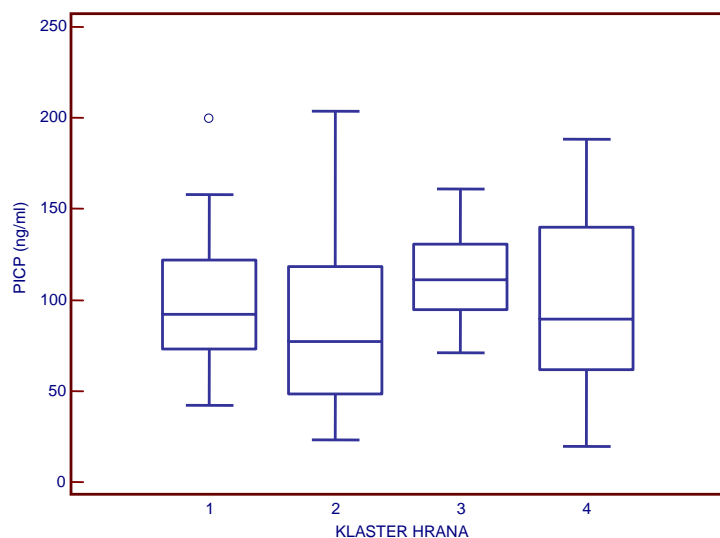
**Grafikon 6.48.** Razlike u koncentraciji PICP po spolu\* (F=4.09, p=0.043)



**Grafikon 6.49.** Razlike u koncentraciji PICP po nivou tjelesne aktivnosti (F=0.292, p=0.748)



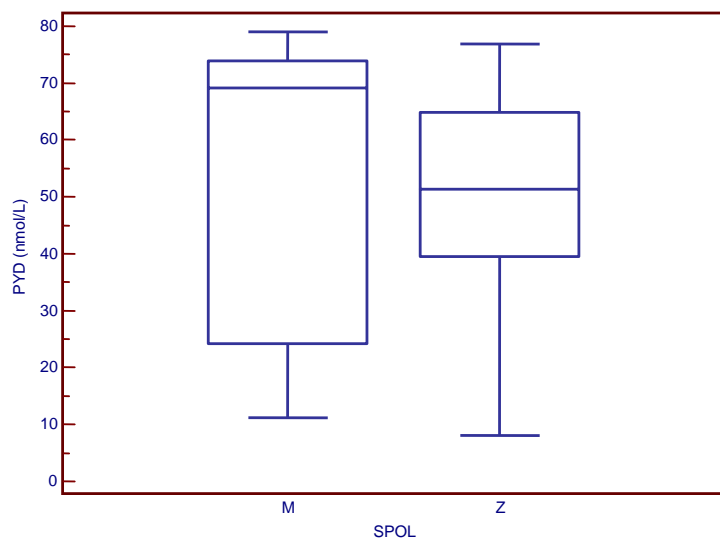
**Grafikon 6.50.** Razlike u koncentraciji PICP po stanju kondicije (F=0.638, p=0.672)



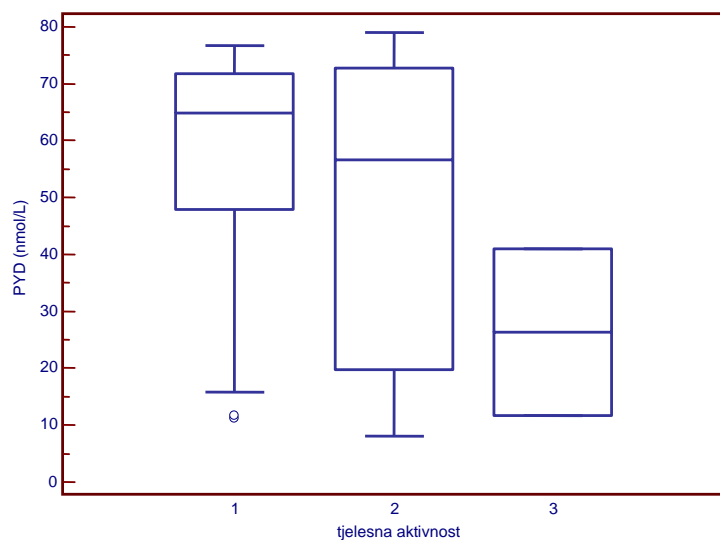
**Grafikon 6.51.** Razlike u koncentraciji PICP po klasteru hrane ( $F=2.8$ ,  $p=0.422$ )

### 6.4.3. PYD (piridinolin)

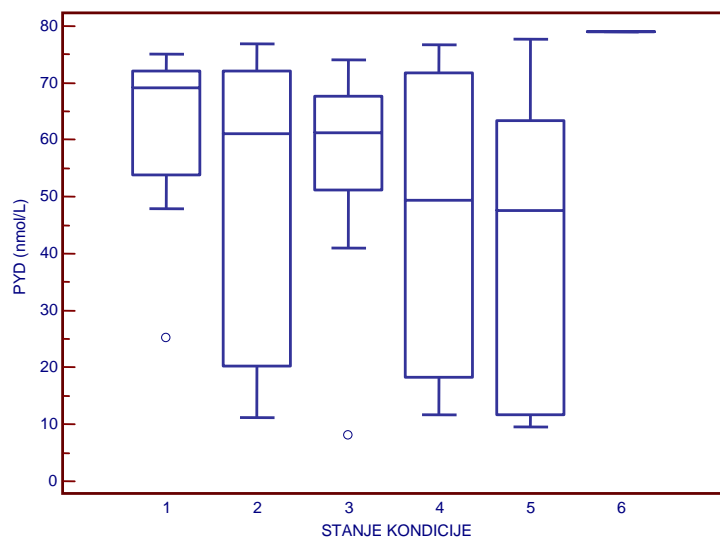
Koncentracija se kretala od 8,09 nmol/L do 79,017 nmol/L sa srednjom vrijednošću  $51,803 \pm 23,399$  nmol/L. Razlike u koncentracijama među grupama formiranim po spolu, tjelesnoj aktivnosti, kondiciji i prehrani prikazuju grafikoni uz koje su dani rezultati jednosmjernih ANOVA testova kojima su ove razlike testirane.



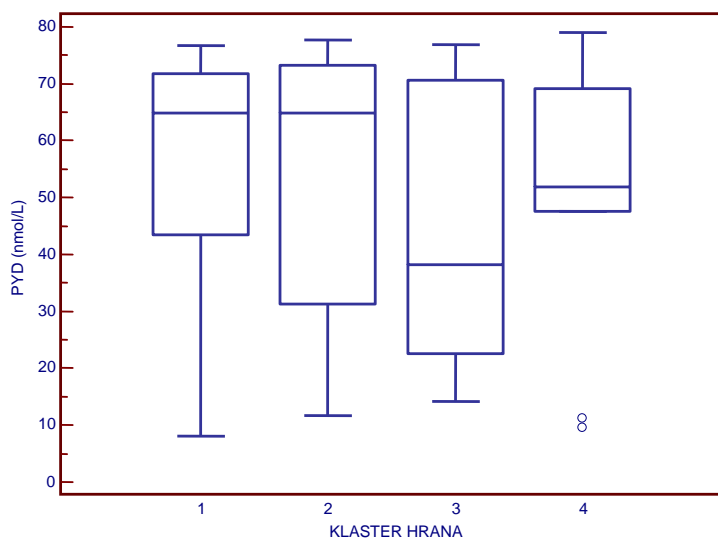
**Grafikon 6.52.** Razlike u koncentraciji PYD po spolu ( $F=3.733$ ,  $p=0.053$ )



**Grafikon 6.53.** Razlike u koncentraciji PYD po nivou tjelesne aktivnosti (F=1.5, p=0.234)



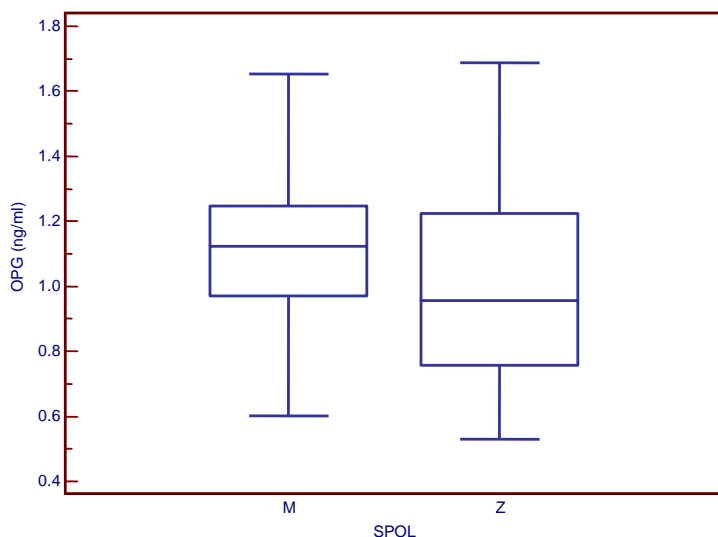
**Grafikon 6.54.** Razlike u koncentraciji PYD po stanju kondicije (F=1.127, p=0.364)



**Grafikon 6.55.** Razlike u koncentraciji PYD po klasteru hrane (F=0.578, p=0.901)

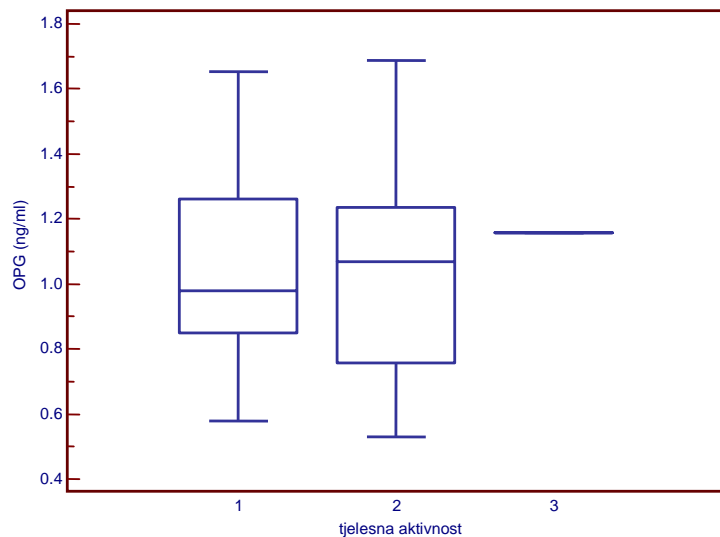
#### 6.4.4. OPG (*osteoprotegerin*)

Koncentracija OPG kretala se od 0,53 ng/ml do 1,689 ng/ml, sa srednjom vrijednošću  $1,035 \pm 0,3107$  ng/ml. Razlike u koncentraciji OPG po spolu, tjelesnoj aktivnosti, kondiciji i prehrani date su grafikonima, uz koje su i rezultati ANOVA testova kojima su testirane statističke značajnosti ovih razlika.

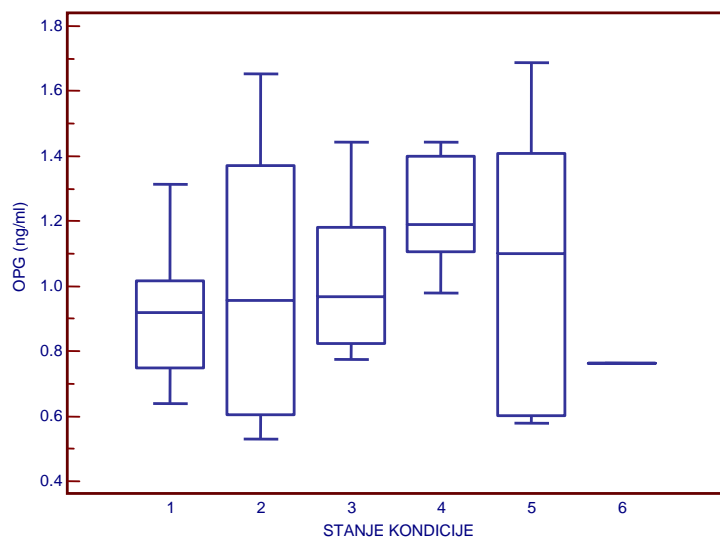


**Grafikon 6.56.** Razlike u koncentraciji OPG po spolu (F=1.16, p=0.282)

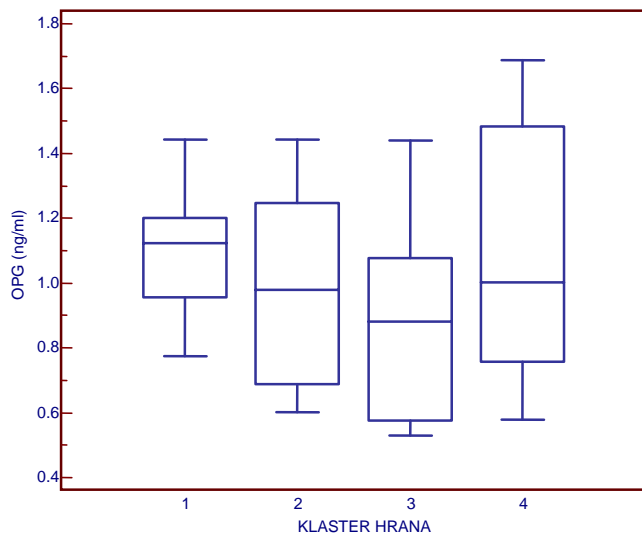




**Grafikon 6.57.** Razlike u koncentraciji OPG po nivou tjelesne aktivnosti (F=0.121, p=0.887)



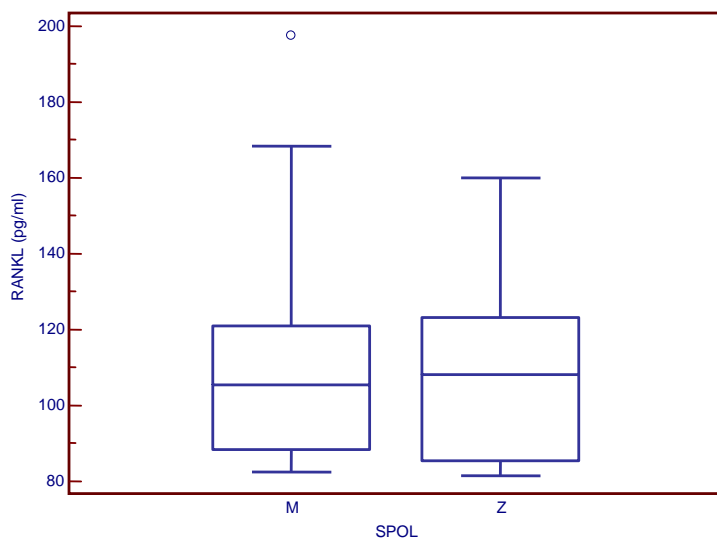
**Grafikon 6.58.** Razlike u koncentraciji OPG po stanju kondicije (F=0.818, p=0.547)



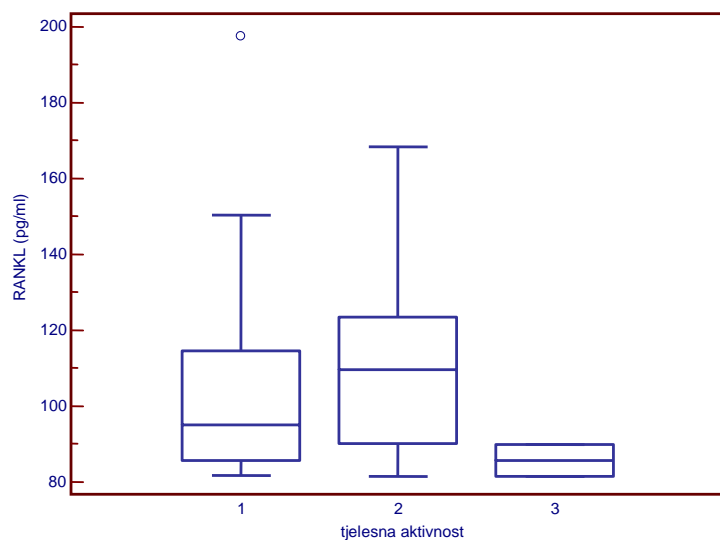
**Grafikon 6.59.** Razlike u koncentraciji OPG po klasteru hrane (F=4.8, p=0.18)

#### 6.4.5. RANKL (receptor nuklearnog $\kappa$ B liganda)

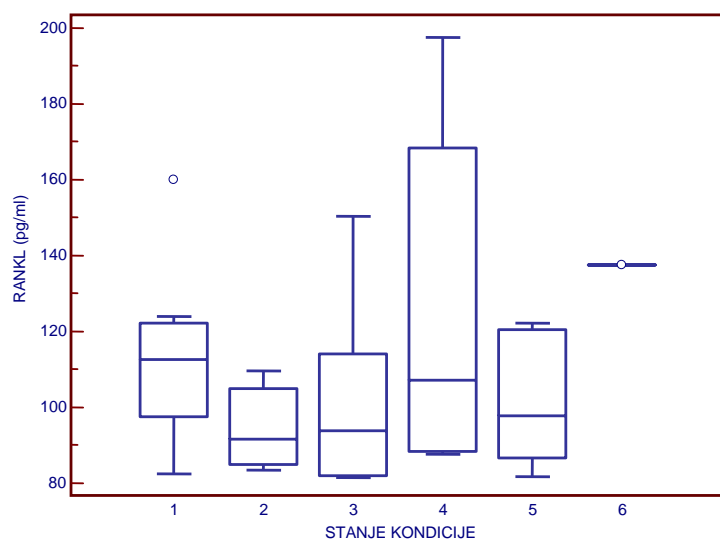
Koncentracija je u rasponu od 81,594 pg/ml do 197,644 pg/ml sa medijanom 105,48 pg/ml. Razlike među spolovima, te grupama formiranim po nivou tjelesne aktivnosti, koncentraciji i prehrani testirane su Kruskal-Wallisovim testovima, čiji su rezultati prikazani uz grafikone koji pokazuju razlike.



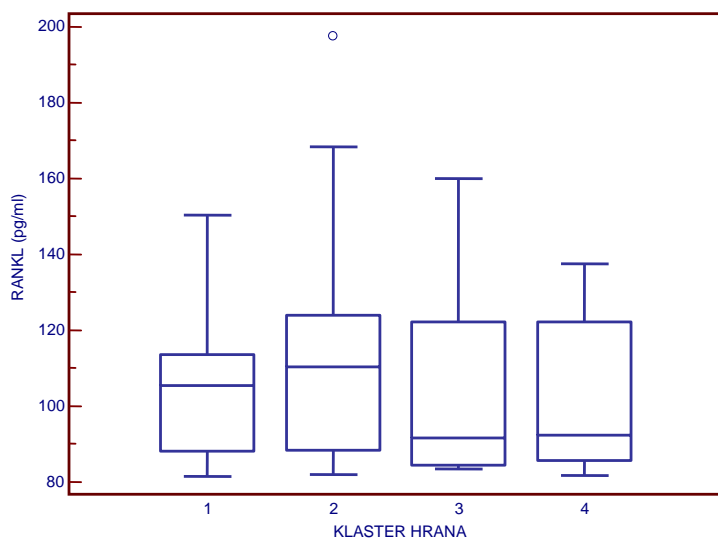
**Grafikon 6.60.** Razlike u koncentraciji RANKL po spolu (0.099, p=0.75)



**Grafikon 6.61.** Razlike u koncentraciji RANKL po nivou tjelesne aktivnosti (3.35,  $p=0.187$ )



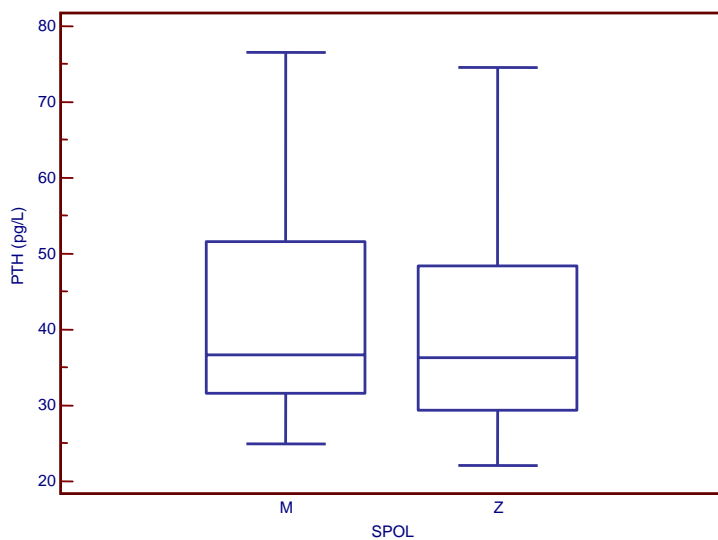
**Grafikon 6.62.** Razlike u koncentraciji RANKL po stanju kondicije (5.73,  $p=0.333$ )



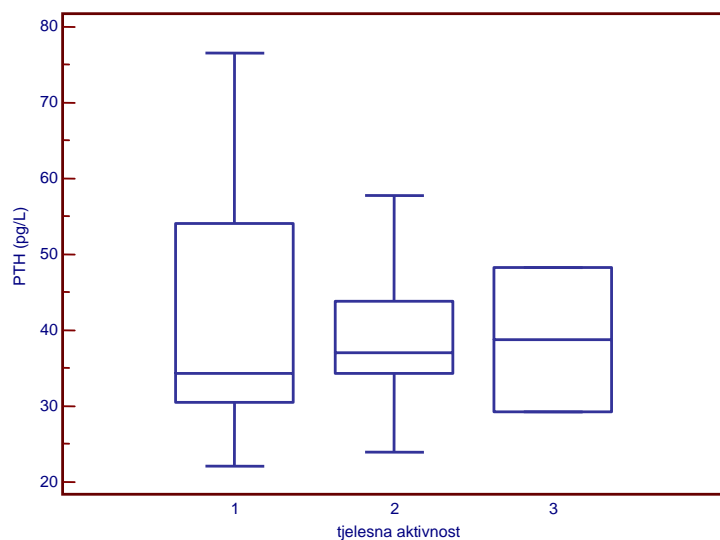
**Grafikon 6.63.** Razlike u koncentraciji RANKL po klasteru hrane (1.65,  $p=0.647$ )

#### 6.4.6. PTH (paratiroidni hormon)

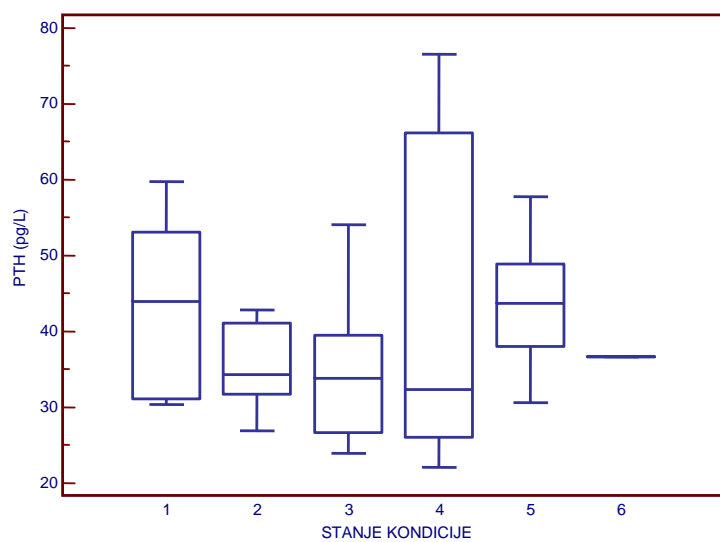
Medijan vrijednost koncentracije je 36,5 pg/L, a raspon 22,5-76,5 pg/L. Razlike među koncentracijama grupa različitih po spolu, nivou tjelesne aktivnosti, kondiciji i prehrani prikazane su grafikonima uz koje su dati rezultati Kruskal-Wallisovih testova kojima su razlike testirane.



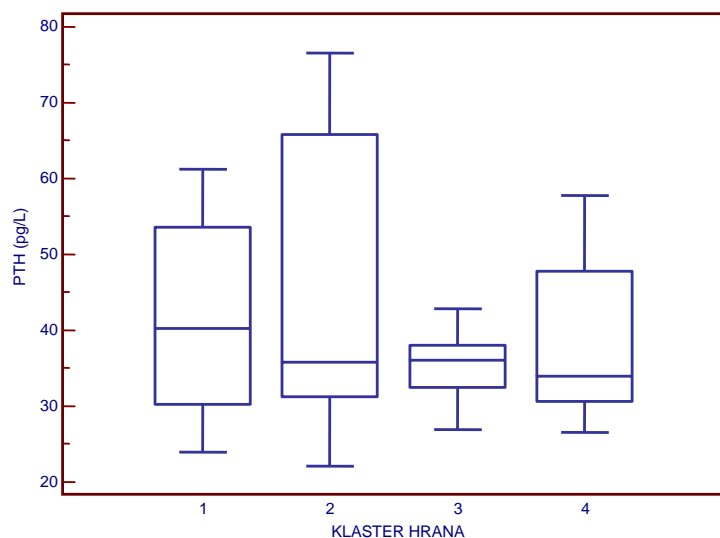
**Grafikon 6.64.** Razlike u koncentraciji PTH po spolu (0.67,  $p=0.412$ )



**Grafikon 6.65.** Razlike u koncentraciji PTH po nivou tjelesne aktivnosti (0.163,  $p=0.921$ )



**Grafikon 6.66.** Razlike u koncentraciji PTH po stanju kondicije (3.84,  $p=0.572$ )



**Grafikon 6.67.** Razlike u koncentraciji PTH po klasteru hrane (1.137,  $p=0.46$ )

Korelacije biokemijskih pokazatelja koštane pregradnje i rezultata antropometrijskih mjerenja dati su u tabeli 6.18, a iz rezultata je vidljivo da nema korelacije među ovim rezultatima.

**Tabela 6.18.** Korelacije biokemijskih biljega koštane pregradnje i rezultata antropometrijskih mjerenja

		OC (ng/ml)	OPG (ng/ml)	PICP (ng/ml)	PTH (pg/L)	PYD (nmol/L)	RANKL (pg/ml)
Visina	r	-0.216	0.204	-0.078	0.117	-0.117	0.081
	P	0.164	0.189	0.618	0.454	0.456	0.606
masa	r	-0.28	0.226	-0.067	-0.011	0.104	0.003
	P	0.069	0.146	0.67	0.942	0.507	0.985
B.M.I.	r	-0.211	0.134	-0.033	-0.104	0.21	-0.034
	P	0.175	0.393	0.835	0.507	0.176	0.827
W.H.R.	r	-0.124	-0.022	-0.102	-0.088	0.256	0.035
	P	0.43	0.886	0.514	0.573	0.097	0.826
T.E.E.	r	-0.295	0.226	-0.172	0.087	0.063	0
	P	0.055	0.146	0.27	0.578	0.686	0.999
L.B.M.	r	-0.23	0.24	-0.14	0.1	-0.033	-0.047
	P	0.137	0.12	0.37	0.522	0.835	0.763
S.L.M.	r	-0.293	0.228	-0.11	0.047	0.032	0.003
	P	0.057	0.141	0.482	0.765	0.84	0.986
M.B.F.	r	-0.121	0.109	0.036	-0.098	0.17	0.003
	P	0.441	0.487	0.82	0.53	0.276	0.986
Minerali	r	-0.099	0.131	0.054	0.145	-0.031	-0.037
	P	0.526	0.404	0.733	0.352	0.845	0.813

Koncentracije biokemijskih pokazatelja koštane pregradnje nisu pokazale korelaciju niti sa rezultatima koji govore o tjelesnoj aktivnosti, niti sa  $VO_2max$ , što je vidljivo iz tabele 6.19.

**Tabela 6.19.** Korelacije biokemijskih biljega koštane pregradnje i vrijednosti MET-min/jedan, odnosno  $VO_2max$

		MET-min/tj	vo2max
OC (ng/ml)	r	0.012	-0.114
	p	0.943	0.479
OPG (ng/ml)	r	-0.075	-0.002
	p	0.643	0.988
PYD (nmol/L)	r	0.119	-0.058
	p	0.459	0.719
RANKL (pg/ml)	r	0.18	0.136
	p	0.259	0.397
PTH (pg/L)	r	-0.107	0.059
	p	0.504	0.714
PICP (ng/ml)	r	-0.251	-0.09
	p	0.113	0.575

Sa unosom pojedinih namirnica i nutrijenata korelira jedino koncentracija OPG, a statistički značajne korelacije prikazane su tabelom 6.20.

**Tabela 6.20.** Korelacije unosa različitih namirnica sa koncentracijom OPG

NAMIRNICA NUTRIJENT	ILI	r	P
Kolesterol		<b>0,544 *</b>	<b>0,001</b>
Jod		<b>0,415*</b>	<b>0,009</b>
Željezo		<b>0,344*</b>	<b>0,03</b>
MUFA		<b>0,379*</b>	<b>0,017</b>
PUFA		<b>0,327*</b>	<b>0,039</b>
Dušik		<b>0,416*</b>	<b>0,009</b>
Fosfor		<b>0,439*</b>	<b>0,005</b>
Cink		<b>0,406*</b>	<b>0,010</b>
Niacin		<b>0,313*</b>	<b>0,048</b>
Vitamin B2		<b>0,461*</b>	<b>0,004</b>
Vitamin B12		<b>0,393*</b>	<b>0,013</b>

Vitamin D	<b>0,382*</b>	<b>0,016</b>
Unos energije	<b>0,326*</b>	<b>0,039</b>
Mlijeko	<b>0,410*</b>	<b>0,010</b>
Meso	<b>0,418*</b>	<b>0,008</b>
Jaja	<b>0,352*</b>	<b>0,026</b>
Ukupno masnoće	<b>0,358*</b>	<b>0,023</b>

Multiplom regresijom dobiven je rezultat  $R^2=0.535$ ,  $F(17,18)=1.21$ ,  $p=0.3402$ , iz čega se vidi da unos hrane nije prediktor koncentracije OPG.

Korelacije biokemijskih parametara i rezultata denzitometrijskih mjerenja prikazani su tabelom 6.21.

**Tabela 6.21.** Korelacije rezultata denzitometrijskih mjerenja i biokemijskih biljega koštane pregradnje

		D.F.TOT AL BM C	D.F.TOT AL BM D	D.F.TOT AL T- SCORE	L1- L4 BMC	L1- L4 BMD	L1-L4 T- SCORE	NECK MEAN BMC	NECK MEAN BMD	NECK MEAN T- SCORE
OC ng/ml	r	-0.226	-0.154	-0.079	-0.009	0.134	0.157	-0.16	0.008	0.025
	p	0.154	0.329	0.619	0.954	0.396	0.32	0.312	0.96	0.875
OPG ng/ml	r	<b>0.423 *</b>	<b>0.389 *</b>	0.309	<b>0.323 *</b>	0.069	0.045	<b>0.341 *</b>	0.223	0.203
	p	<b>0.007</b>	<b>0.014</b>	0.051	<b>0.041</b>	0.661	0.775	<b>0.031</b>	0.158	0.199
PICP ng/ml	r	0.083	0.16	0.258	0.183	0.139	0.112	0.061	0.121	0.119
	p	0.601	0.312	0.102	0.247	0.379	0.477	0.7	0.445	0.452
PTH pg/L	r	-0.082	-0.192	-0.258	-0.129	-0.199	-0.153	-0.118	-0.234	-0.221
	p	0.606	0.225	0.103	0.415	0.208	0.333	0.456	0.138	0.162
PYD nmol/L	r	-0.023	-0.079	-0.256	-0.038	-0.18	-0.219	-0.036	-0.242	-0.246
	p	0.884	0.619	0.106	0.81	0.254	0.167	0.822	0.126	0.12
RANK L pg/ml	r	0.13	0.072	0.025	0.064	-0.074	-0.098	0.086	-0.083	-0.104
	p	0.409	0.647	0.874	0.685	0.642	0.537	0.586	0.598	0.511

Međusobno od biokemijskih biljega koštane pregradnje koreliraju jedino piridinolin i osteoprotegerin s negativnim koeficijentom (-0,33,  $p=0,041$ ) dok među ostalim biljezima nije dobijena statistički značajna korelacija.

### **6.5. Rezultati prospektivne studije**

Rezultati antropometrijskih mjerenja nisu se statistički značajno promijenili. Rezultati  $VO_2max$  pokazuju povećanje u skladu sa treningom. Razlika u  $VO_2max$  na početku i kraju studije testirana je parnim t-testom, te su dobiveni rezultati  $t= 9,5$ ,  $p<0,0001$ .

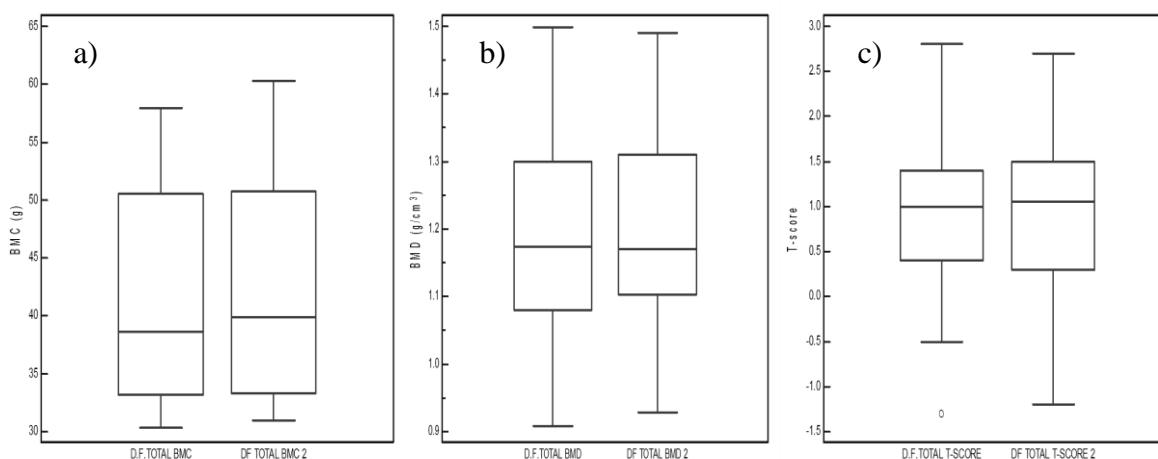


### 6.5.1. Promjene u rezultatima denzitometrijskih mjerenja

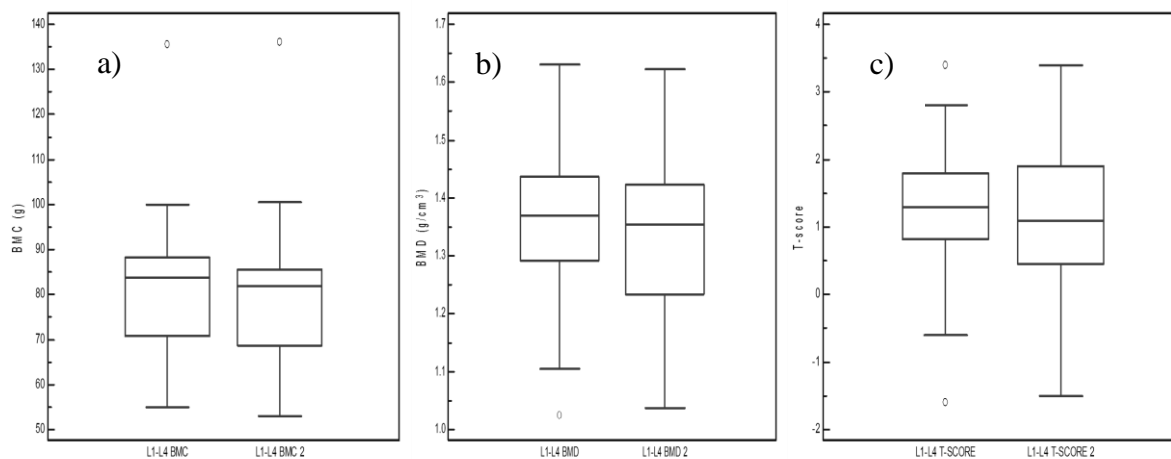
Rezultati denzitometrijskih mjerenja nisu se statistički značajno promijenili, što je vidljivo iz tabele 6.22. u kojoj su rezultati ANOVA testa za ponovljena mjerenja. Usporedba vrijednosti na početku i nakon 8 tjedana vježbanja dana je grafikonima 6.68-6.70.

**Tabela 6.22.** Rezultati ANOVA testova za ponovljena mjerenja za rezultate DXA mjerenja (razlika na početku i na kraju prospektivne studije)

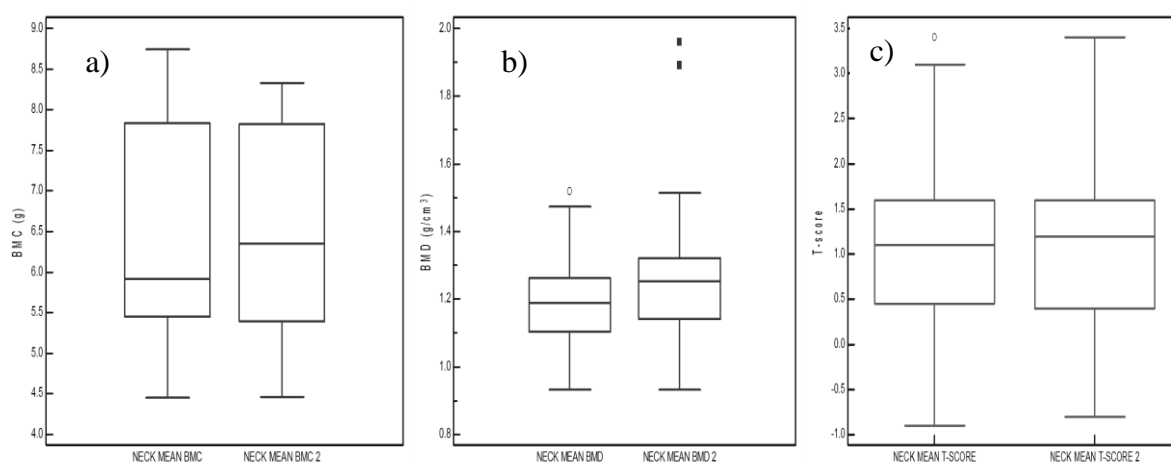
REZULTAT	F	p
DF TOTAL BMC	2,33	0,143
DF TOTAL BMD	2,01	0,173
DF TOTAL T-SCORE	1,98	0,176
L1-L4 BMC	4,06	0,057
L1-L4 BMD	4,02	0,059
L1-L4 T-SCORE	2,56	0,125
NECK MEAN BMC	0,3	0,592
NECK MEAN BMD	2,34	0,142
NECK MEAN T-SCORE	0,68	0,418



**Grafikoni 6.68.** Vrijednosti rezultata DXA mjerenja na početku i kraju studije u točki dual femur: a) BMC, b) BMD, c) T-score



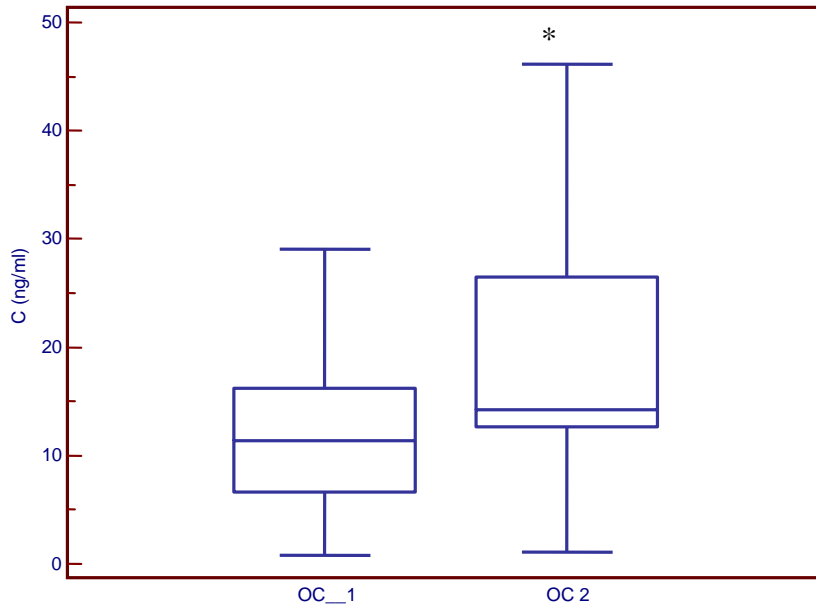
**Grafikoni 6.69.** Vrijednosti rezultata DXA mjerenja na početku i kraju studije u točki L1-L4 lumbalne kralježnice: a) BMC, b) BMD, c) T-score



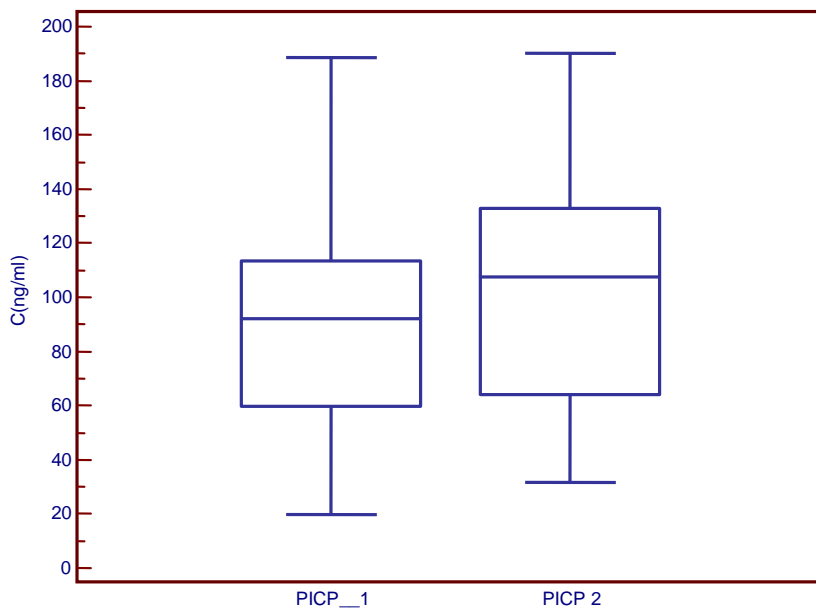
**Grafikoni 6.70.** Vrijednosti rezultata DXA mjerenja na početku i kraju studije u točki neck mean; a) BMC, b) BMD, c) T-score

### 6.5.2. Promjene koncentracija biokemijskih pokazatelja koštane pregradnje

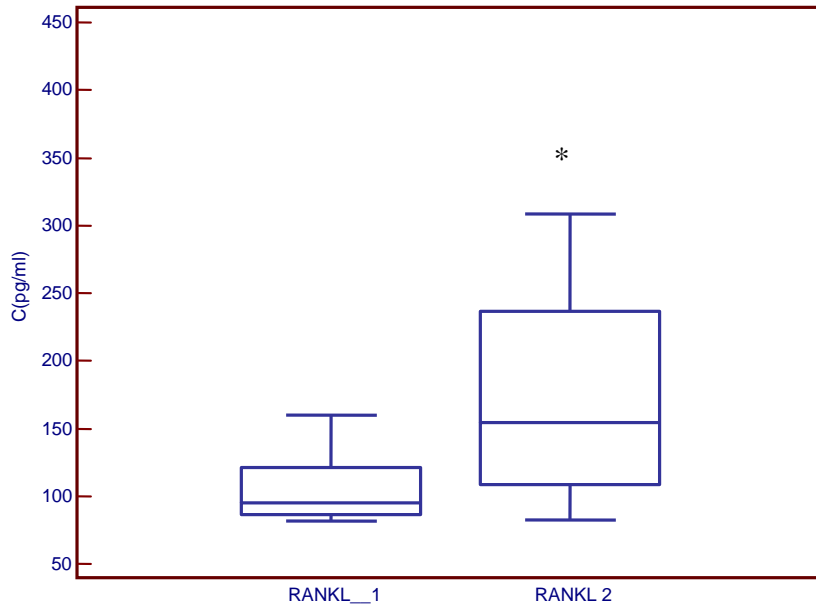
Promjene koncentracija za biokemijske biljege prikazane su grafikonima uz vrijednosti testa kojim je određivana statistička značajnost razlike. Za RANKL i PTH korišten je Wilcoxonov test, a za ostale parametre ANOVA za ponavljana mjerenja.



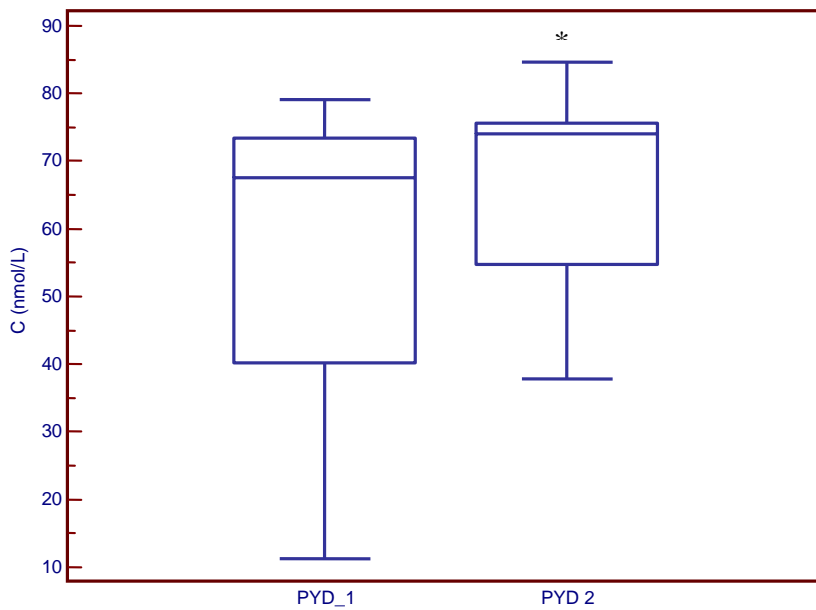
**Grafikon 6.71.** Promjena koncentracije osteokalcina nakon 8 tjedana aerobnog treninga\*  
( $F=17.6$ ,  $p=0.001$ )



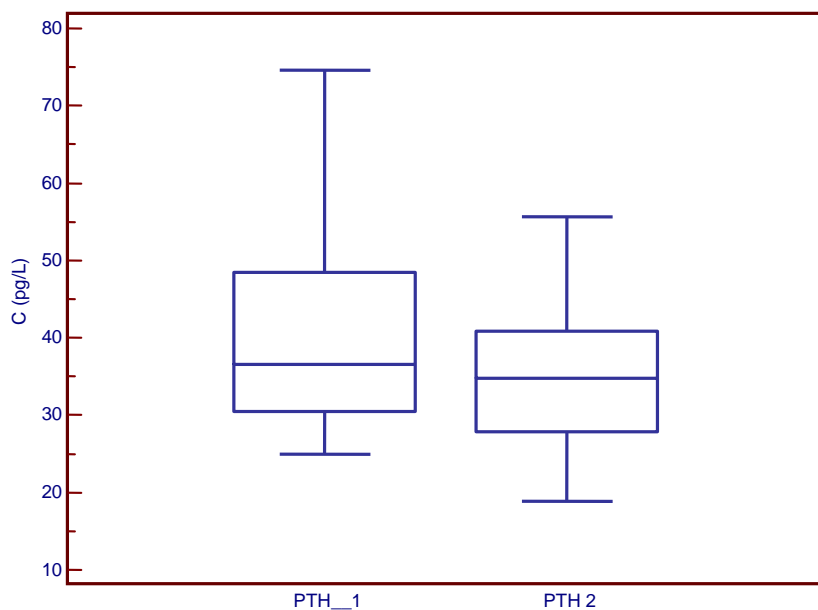
**Grafikon 6.72.** Promjena koncentracije PICP nakon 8 tjedana aerobnog treninga ( $F=2.12$ ,  
 $p=0.161$ )



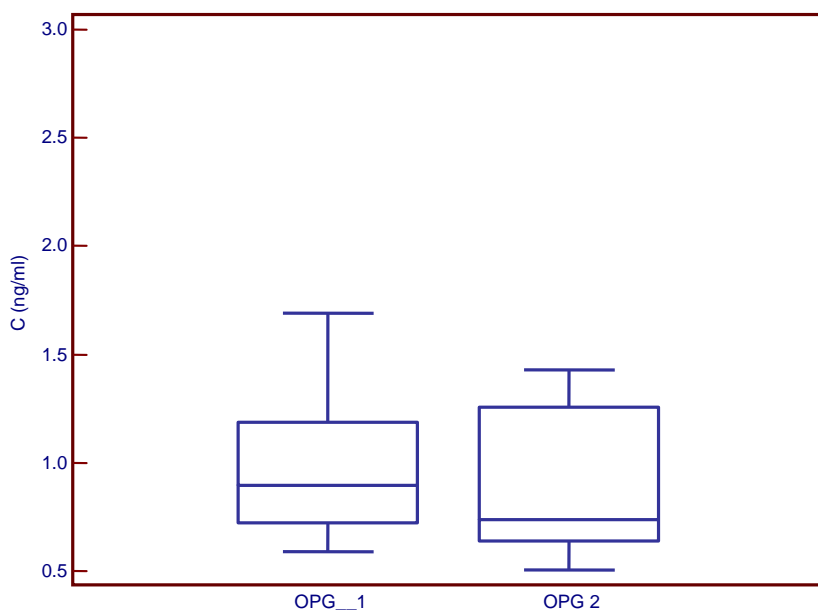
**Grafikon 6.73.** Promjena koncentracije RANKL nakon 8 tjedana aerobnog treninga\*(8.63,  $p=0.008$ )



**Grafikon 6.74.** Promjena koncentracije PYD nakon 8 tjedana aerobnog treninga\*( $F=19.02$ ,  $p<0.001$ )



**Grafikon 6.75.** Promjena koncentracije PTH nakon 8 tjedana aerobnog treninga (1.81,  $p=0.193$ )



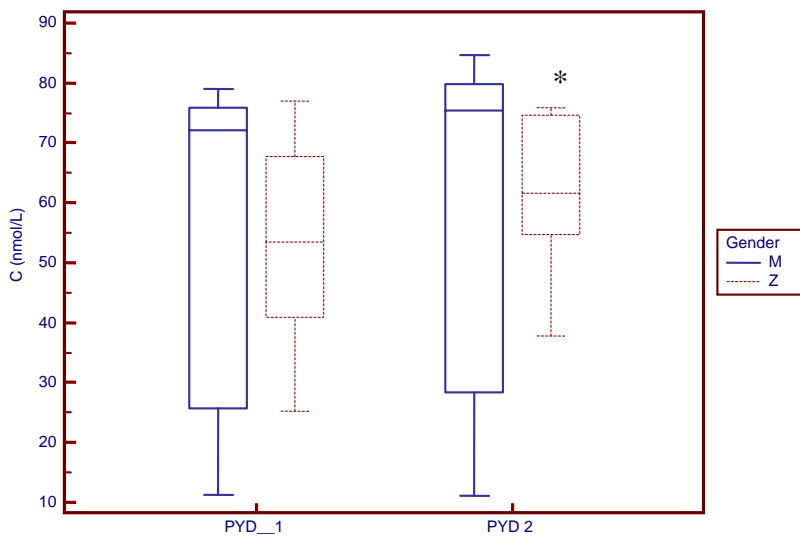
**Grafikon 6.76.** Promjena koncentracije OPG nakon 8 tjedana aerobnog treninga ( $F=2.33$ , 0.142)

Razlike u promjenama koncentracije biokemijskih biljega testirane su za skupine diferencirane po spolu, nivou tjelesne aktivnosti i nivou kondicije na početku studije testirane su Kruskal-Wallisovim testom za RANKL i PTH, a za ostale biljege dvosmjernim ANOVA testom. Rezultati, koji su dati u tabeli 6.23., pokazuju da promjene u koncentraciji biljega koštane pregradnje ne ovise o tjelesnoj aktivnosti i kondiciji. Jedina statistički

značajna razlika u promjeni koncentracije je za PYD za različite spolove, te je ona prikazana grafikonom.

**Tabela 6.23.** Rezultati testova kojim su ispitane razlike u promjeni koncentracije biljega koštanog metabolizma među skupinama razdijeljenim po spolu, tjelesnoj aktivnosti i kondiciji

Biljeg	Razlike u promjeni koncentracije među grupama					
	spol		Tjelesna aktivnost		kondicija	
	REZULTAT TESTA	p	REZULTAT TESTA	p	REZULTAT TESTA	p
OC	0,23	0,635	1,24	0,314	2,31	0,096
OPG	1,15	0,296	1,32	0,292	2,13	0,118
PICP	0,15	0,704	2,2	0,14	1,99	0,139
PTH	0,06	0,809	0,064	0,938	0,37	0,858
PYD	<b>4,5 *</b>	<b>0,047</b>	0,28	0,758	0,16	0,974
RANKL	0,42	0,526	1,22	0,319	1,49	0,252



**Grafikon 6.77.** Promjena koncentracije PYD nakon 8 tjedana aerobnog treninga za muški i ženski spol\*

## 7. RASPRAVA REZULTATA

---

### 7.1 Presječno istraživanje

Uzorak u ovom istraživanju uglavnom su činili studenti. Većina ih ne puši, alkohol piju 1-3 puta mjesečno, prema odgovorima na upitnik o tjelesnoj aktivnosti većina ih je slabo aktivna, dok je manje srednje aktivnih, a samo jako mali dio vrlo aktivnih. Iako se prema svojoj procjeni tjelesne aktivnosti po spolu ne razlikuju, prema stupnju kondicije se bitno razlikuju, te su muški ispitanici raspodijeljeni po svim kategorijama kondicije, od vrlo loše do superiorne, sa najviše ispitanika dobre kondicije, dok žene većinom spadaju u grupe vrlo loše, loše ili osrednje kondicije, dok ih je u kategorijama dobre i izvrsne vrlo malo, a u kategoriji superiorne kondicije ih niti nema. Kada se promatra uzorak u cijelosti najviše ispitanika je sa osrednjom kondicijom. Što se tiče prehrane i unosa pojedinih nutrijenata uglavnom je unos u okvirima i granicama dnevnog unosa prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije. Rezultati antropometrijskih mjerenja, poglavito BMI vrijednost pokazuje veliku šarolikost uzorka; od nedovoljno uhranjenih (BMI 17.7) do pretilih osoba (BMI 34.6). Iako među ženama BMI ima manju vrijednost i prevladavaju osobe normalne uhranjenosti, a kod muškaraca BMI se kreće od normalnog do ozbiljne pretilosti, razlike u sastavu tjelesne mase govore da je kod žena više masnog tkiva, dok kod muške populacije ima više mišićnog tkiva, što je očekivano s obzirom na bolju kondiciju. Rezultati denzitometrije pokazali su da većina ima normalnu gustoću, te mineraliziranost kostiju, ipak kod dva muška ispitanika T-score je manji od -2,0 što je u području koje odgovara osteopeniji. Zanimljivo je da se ovaj rezultat pojavio kod ispitanika kod kojih se ovo nije očekivalo, jer nemaju poznatih rizičnih čimbenika za osteoporozu. Osteoporozu su sklonije žene i to uglavnom nakon menopauze, a takođe je povezana sa slabom tjelesnom aktivnošću i prehranom siromašnom nutrijentima bitnim za održavanje povoljnih vrijednosti gustoće i mineralizacije kosti, dok se ovdje radi o mladićima u ranim dvadesetim godinama, osrednje kondicije i s prehranom koja ne odstupa bitno od prosjeka skupine. Većina podataka u literaturi koji govore o stanju kosti mlađih populacija su iz područja istoka i dalekog istoka u kojima se pojavljuju poražavajući rezultati koji govore o izrazitom manjku koštane mase, te velikoj prevalenciji osteopenije i osteoporoze (6, 112, 113, 118), dok podaci koji se objavljuju za zapadne zemlje se uglavnom odnose na sportaše koji pored redovite tjelesne aktivnosti uglavnom imaju i prehranu prilagođenu potrebama

aktivnosti kojom se bave, te se bitno razlikuju od glavnine populacije, pa se i vrijednosti za njihove kosti ne mogu koristiti za poopćavanje na cijelu populaciju mladih (49, 59, 60, 65).

Razlike u rezultatima denzitometrijskih mjerenja po spolu statistički su značajne za BMC u sve tri mjerene točke, te za DF(dual femur) BMD, dok se T-score rezultati, te BMD za neck mean i L1-L4 kralježnicu ne razlikuju statistički značajno. Ovakva situacija je očekivana, jer je u pitanju mlada populacija, i rezultati denzitometrijskih mjerenja uglavnom su u očekivanim vrijednostima za njihove godine. Što se tiče razlike u koncentracijama biokemijskih pokazatelja pregradnje, jedina statistički značajna razlika među spolovima jest u koncentraciji PICP, koji kod žena ima veću koncentraciju nego kod muškaraca.

Kada su uspoređeni rezultati gustoće, te mineralizacije kosti za grupe formirane po nivou tjelesne aktivnosti nisu nađene statistički značajne razlike među grupama niti za jedan rezultat denzitometrijskih mjerenja. Usporedbom koncentracija biokemijskih pokazatelja nađena je jedino razlika u koncentracijama OC, sa najvećim vrijednostima u skupini umjerene tjelesne aktivnosti. Moguće je da statistička značajnost razlika izostaje zbog same raspodjele po aktivnosti, po kojoj je vrlo mali broj ispitanika u skupini vrlo aktivnih. Druga mogućnost jest da ocjena tjelesne aktivnosti od strane samih ispitanika ne odražava pravo stanje, te da je to uzrok ovakvih rezultata. Izračuni koeficijenta korelacije pokazuju takođe da korelacija između MET-min/tjedan i rezultata denzitometrijskih mjerenja ne postoji. Podaci iz literature prikazuju različite rezultate. Većina ih pokazuje pozitivnu vezu između pokazatelja kvalitete kosti i tjelesne aktivnosti procijenjene upitnikom (7, 47, 48, 66, 130). U ovim istraživanjima uzorak je izabran tako da ima podjednak broj ispitanika u svakoj skupini nivoa tjelesne aktivnosti, a kako je jedan od ciljeva ovog istraživanja bio da prikaže realnu sliku uzorka, uzorak je uzet slučajnim odabirom, te je stanje takvo da je raspodjela po nivou tjelesne aktivnosti bila nejednolika, te stoga razlike u koštanoj masi nisu vidljive u tolikoj mjeri.

Upravo zbog eliminiranja mogućih iskrivljenja u odgovorima upitnika određivan je  $VO_2max$  kao mjera kondicije ispitanika, a posredno i mjera aktivnosti koja je neophodna za kondiciju. Razlike u rezultatima denzitometrijskih mjerenja među grupama formiranim po stupnju kondicijske spremne ispitanika statistički su značajne za točke mjerenja u kuku (neck mean i dual femur total mean), dok za DXA rezultate u L1-L4 lumbalnom dijelu kralježnice razlike nisu statistički značajne. Pri tom se uglavnom razlikuju grupa vrlo loše kondicije i osrednje i dobre kondicije. Izostanak razlike između loše i izvrsne, te superiorne kondicije izostaje



vjerojatno zbog malog broja ispitanika koji imaju izvrsnu i superiornu kondiciju. Slični rezultati pojavljuju se u literaturi (131). Koncentracije određivanih biokemijskih parametara ne razlikuju se značajno po ovim skupinama.

Klaster analizom ispitanici su podijeljeni u grupe koje se razlikuju po unosu namirnica, odnosno prehrani, i to najviše po unosu mlijeka i mliječnih proizvoda, mesa, voća i povrća te žitarica. Ispitivanjem razlika u rezultatima denzitometrije među ovim grupama nije nađena statistička značajnost niti za jedan rezultat denzitometrijskih mjerenja. Ista situacija je sa koncentracijama biokemijskih parametara. Raspodjela ispitanika po grupama, tj klasterima je vrlo nejednolika, tako da u nekim klasterima ima puno manji broj ispitanika nego u drugima u kojima je većina, a osim toga unos namirnica bitnih za zdravlje kosti je kod većine ispitanika unutar granica RDA vrijednosti po preporukama svjetske zdravstvene organizacije, tako da ne postoje klasteri sa ekstremnim načinom prehrane, koji bi zbog velikog manjka nekog nutrijenta bitnog za zdravlje kosti mogao utjecati na PBM ispitanika.

Ispitivanjem korelacije BMD i BMC sa unosom nutrijenata nađeno je više statistički značajnih koeficijenata korelacije. Uglavnom sa rezultatima DXA mjerenja koreliraju unos energije, unos kolesterola, mononezasićenih masnih kiselina, masnoće ukupno, ugljikohidrati, proteini, jod, niacin, dušik, fosfor, selen, natrij, vitamini B skupine, vitamin D, te cink. Većina ovih korelacija je očekivana. Unos energije pozitivno korelira sa BMD, pokazano je da u različitim poremećajima prehrane kao što je anoreksija nervosa dolazi do bitnog smanjenja koštane mase i kod žena i kod muškaraca (132, 133). Također je pokazano da gubitak mase zbog dijeta sa smanjenjem unosa energije dovodi do gubitka koštane mase (52, 56). Vjerojatno otud i povezanost unosa masnoća i ugljikohidrata sa koštanom masom. Unos kolesterola se sve više povezuje sa koštanom masom, te postoje brojne studije koje potvrđuju ovu korelaciju (134). Ca i P su građevne jedinice hidroksiapatita, mineralnog dijela koštane mase, tako da su samim tim bitni nutrijenti za zdravlje koštanog sustava (135). Kao posljedica „zapadnjačkog“ stila života, često je unos Ca nedovoljan, dok je unos P vrlo visok. Stoga je odnos unosa Ca/P nizak, što je pogubno za kosti (135, 136, 137). Nizak odnos Ca i P naime povećava izlučivanje PTH i resorpciju kosti (138-140). Međutim, istraživanja Orita i suradnika pokazala su da serumske razine Ca i P nisu u korelaciji sa unosom ovih minerala, tako da velike razlike u unosu uzrokuju samo male razlike u koncentraciji u krvi, zbog različitih regulacija apsorpcije i izbacivanja (141, 142). U ovom istraživanju nađena je slaba korelacija unosa Ca sa podacima koji karakteriziraju kosti dobivenim DXA mjerenjima, što i

nije neobično s obzirom na prosječni unos Ca među ispitanicima, koji je u granicama koje preporuča WHO. Pokazano je da je unos Ca bitan prediktor BMD u situacijama kad unos nije zadovoljavajući, tj da nedostatak Ca može uzrokovati smanjenje koštane mase, ali u slučajevima kada se unosi više Ca njegova koncentracija u krvotoku je regulirana mehanizmima koji uključuju regulacije apsorpcije i izlučivanja, kako bi koncentracija Ca ostala u optimalnim granicama (69). Tako da je suplementacija i povećanje unosa Ca potrebno i donosi poboljšanje samo kada je unos Ca vrlo mali (143). Utjecaj Na na kosti je još uvijek nejasan, jer su rezultati raznih istraživanja vrlo različiti. Glavni način na koji Na utječe na kosti jest utjecajem na metabolizam Ca. Povećanjem konc Na povećava se izlučivanje Ca urinom (144, 145). Ako je unos Ca mali i povećanjem apsorpcije u crijevima nije moguće nadoknaditi gubitak Ca tada će to utjecati negativno na kosti (146, 147). Postoje i podaci u literaturi koji govore da utjecaj Na na kosti ne postoji (148) ili o pozitivnoj vezi između unosa Na i rezultatata DXA mjerenja (149) U ovdje prikazanim rezultatima vidljivo je da postoji pozitivna korelacija unosa Na i rezultata denzitometrije u točkama mjerenja koje se odnose na kukove, ali s obzirom na rezultate multiple regresije iz kojih je vidljivo da Na nije neovisni prediktor niti jednog rezultata denzitometrije, može se zaključiti da su dobijene korelacije vjerojatno pod utjecajem nekog nutrijenta, koji je utjecao na rezultate denzitometrijskih mjerenja, a povezan je s unosom Na. Cink je vrlo važan u metabolizmu kosti jer je kofaktor enzimima kao što su alkalna fosfataza i kolagenaza, koji su zaduženi za mineralizaciju i stvaranje kolagenog matriksa kosti (150), te je u literaturi opisana povezanost sa kvalitetom i zdravljem kosti (151). Vitamini B skupine su također uključeni u metabolizam kosti, neki direktno preko utjecaja na proliferaciju osteoblasta (152), neki posredno svojom ulogom u metaboličkim procesima kojima se proizvodi energija, pa su rezultati ovog istraživanja potvrđeni sličnim rezultatima u literaturi koji povezuju pozitivnom korelacijom unos i koncentracije vitamina B kompleksa i kvalitet kosti (153). Rezultati koji govore o povezanosti unosa kolesterola sa rezultatima DXA u suglasnosti su sa rezultatima iz literature (134).

Multiplom regresijom su utvrđeni nezavisni prediktori rezultata denzitometrije među različitim nutrijentima koji koreliraju s rezultatima DXA mjerenja. Za gotovo sve rezultate nezavisni prediktor je unos vitamina D. Za većinu rezultata nezavisni prediktor je selen. Još se među nezavisnim pretkazateljima rezultata denzitometrijskih mjerenja pojavljuju vitamin B<sub>1</sub>,

unos energije, te zasićene masne kiseline sa pozitivnim koeficijentom, a unos proteina sa negativnim koeficijentom.

Vitamin D ima direktan utjecaj na kosti stimulirajući formiranje i diferenciranje osteoklasta. Također je pokazano da poticanjem sinteze inzulinu sličnog faktora rasta II (IGF II) vitamin D posredno pojačava sintezu osteokalcina, koji se ugrađuje u koštani matriks (154). Vitamin D unosi se u organizam hranom i sintezom u koži pod utjecajem sunčeve svjetlosti. Pokazano je da s godinama sposobnost sintetiziranja vitamina D u koži se smanjuje, tako da su potrebe za unosom hranom povećane (5), a slično bi se moglo primijeniti i u uvjetima kad je izlaganje suncu nedovoljno, kao u zimskim mjesecima, ili kod sjedilačkog načina života, kad je kretanje uopće, pa tako i izloženost sunčevoj svjetlosti smanjeno. Rezultati ovog istraživanja u skladu su sa rezultatima sličnih istraživanja u literaturi (155). Istraživanja koja su uključivala suplementaciju vitaminom D i Ca u kombinaciji rezultirala su smanjenjem incidencije prijeloma (156), ali još nije razjašnjeno da li je aktivna komponenta ove kombinacije vitamin D ili kalcij (5).

Selen je esencijalni nutrijent koji je sastavni dio 25 selenoproteina, od kojih je 9 nađeno u humanim fetalnim osteoblastima (157). Njihova glavna uloga je zaštita od oksidativnog stresa, koji djeluje pogubno na osteoblaste, te sprječava njihovu diferencijaciju. Studije na životinjama pokazale su da je smanjena koncentracija Se povezana sa usporenim rastom, te utječe na pregradnju kosti, povećava izlučivanje Ca urinom, te se povezuje sa povećanom resorpcijom kosti (157). Stoga su i rezultati ovdje prikazani u suglasnosti sa rezultatima dostupnim u literaturi (158).

Unos energije je također nezavisni prediktor većine rezultata DXA mjerenja. Ovi rezultati potvrđuju važnost adekvatnog unosa energije već opisanog u dostupnoj literaturi (159). Ihle i Loucks (160) u svom istraživanju povezanosti unosa energije sa stanjem kosti zaključili su da mlade žene da bi održale optimalne vrijednosti gustoće kosti trebaju unositi minimalno 30 kcal/kg LBM/dan. Kada se unos energije smanji u velikoj mjeri dolazi do supresije estradiola, pa proces pregradnje kosti izbacuje iz ravnoteže, tako da razgradnja prevlada izgradnju, što ako se nastavi duži vremenski period može dovesti do smanjenja BMD.

Unos zasićenih masnih kiselina, koji se pokazao kao nezavisni prediktor BMD vjerojatno je povezan sa unosom energije i dostupnom energijom za sve metaboličke procese, pa tako i metabolizam kosti. Inače u literaturi uglavnom su polinezasićene masne kiseline te koje se

povezuju pozitivno sa stanjem kosti (110, 111), dok je za zasićene masne kiseline uglavnom pokazan negativan utjecaj na kosti (109).

Važnost vitamina B<sub>1</sub> za kvalitetu kosti može se objasniti njegovom ulogom u metabolizmu ugljikohidrata, kojom doprinosi proizvodnji energije, te na taj način indirektno je vezan sa većinom metaboličkih procesa u tijelu, pa tako i izgradnjom kosti. I dok je pozitivna povezanost unosa energije sa kvalitetom kosti pokazana recentnim istraživanjima (159), u literaturi ne postoji puno podataka o povezanosti vitamina B<sub>1</sub> sa kostima, pa tako jedino Kohri sa suradnicima je objavio rezultate (161) slične ovdje prezentiranim.

Što se tiče povezanosti unosa hranjivih tvari sa biokemijskim biljezima koštane pregradnje korelaciju sa nekim nutrijentima pokazuje jedino koncentracija osteoprotegerina, ali niti jedan od nutrijenata koji korelira sa ovom koncentracijom nije multiplom regresijom utvrđen kao značajan prediktor koncentracije OPG. Slični rezultati dobiveni su koreliranjem biokemijskih biljega sa rezultatima DXA mjerenja; jedino OPG pokazuje pozitivnu korelaciju sa rezultatima mjerenja gustoće i mineraliziranosti kosti. Osteoprotegerin je molekula koja ima vrlo važnu ulogu u metabolizmu kosti, on inhibira RANK stimuliranu diferencijaciju osteoklasta i na taj način usporava resorpciju kosti (162). Pokusi na životinjama (163) pokazali su da nedostatak OPG vodi smanjenju gustoće kosti i ozbiljnoj osteoporozi. Iako je u nekim istraživanjima utvrđena negativna korelacija između BMI i nivoa OPG u serumu (164), u ovdje ispitivanom uzorku nije dobivena korelacija niti jednog biokemijskog biljega sa rezultatima antropometrijskih mjerenja.

Rezultati antropometrijskih mjerenja koreliraju sa rezultatima denzitometrije i to visina i masa, te LBM (masa bezmasnog tkiva) i SLM (masa mišićnog tkiva) i TEE (ukupan utrošak energije) procijenjen BIA mjerenjima impedance tijela pokazuju pozitivnu korelaciju sa svim rezultatima denzitometrijskih mjerenja, dok BMI (indeks tjelesne mase) i WHR (omjer opsega struka i bokova) pokazuju korelaciju sa gustoćom i mineralnim sadržajem u lumbalnom dijelu kralježnice. Sadržaj minerala u tijelu određen BIA mjerenjima očekivano korelira sa BMC u sve tri točke mjerenja DXA metodom, slično rezultatima jedinog takvog upoređivanja objavljenog od strane Miyatake i suradnika (165). Multipla regresija pokazuje da su neovisni pokazatelji jedino BMI i TEE koji imaju negativan utjecaj na L1-L4 lumbalnu kralježnicu. Povezanost mase mišića sa kvalitetom kosti očekivan je rezultat, jer sa povećanom tjelesnom aktivnošću povećava se i koštana masa kao i mišićna masa, pa je logično da oni koji su fizički aktivniji imaju veći udio mišićne mase, a isto tako i stanje kosti je bolje nego u sedentarnih

osoba kod kojih će biti više masnog, a manje mišićnog tkiva, te lošije kosti. BMI kao odnos tjelesne mase i visine često se koristi za procjenu tipa tjelesne građe, pa je visoki BMI povezan sa debljinom, tj uglavnom lošim statusom mišićnog tkiva, i lošom gustoćom kosti. Rezultati ovog istraživanja su u suglasnosti sa podacima u literaturi (130). Lumbalna kralježnica ima veći udio trabekularnih kosti, koje drugačije reagiraju na mehanička opterećenja nego kortikalne kosti (166) te stoga vjerojatno i ova razlika u različitim mjernim točkama.

Iz predstavljenih rezultata moguće je zaključiti da su stil života, tjelesna aktivnost, prehrana, kao i posljedično njima sastav tjelesne mase povezani sa stanjem kosti i da je za PBM (peak bone mass) optimalna raznolika prehrana, te barem umjerena tjelesna aktivnost. Pokazano je da postoje korelacije između prehrane, unosa različitih nutrijenata,  $VO_2\max$  kao mjere kondicije i parametara koji govore o stanju kosti u ispitivanom uzorku. Iz svega prikazanog može se reći da je u onom dijelu koji nije posljedica nasljednog faktora moguće uz minimalne preinake životnog stila omogućiti optimalne uvjete za postizanje maksimalne PBM.

Nedostatak presječnih istraživanja, pa tako i ovog, jest u nemogućnosti utvrđivanja uzročno-posljedičnih veza, presječnim istraživanjima se mogu samo utvrditi veze i povezanosti, ali ne može se predviđati odgovor ispitivane varijable, u ovom slučaju kvalitete, gustoće i mineraliziranosti kosti na promjenu ispitivanih faktora. Također, zbog velikog broja varijabli koje su i međusobno vrlo isprepletene nije moguće zaključivati o uzročno-posljedičnim vezama sa ispitivanom varijablom. Za ovakve zaključke neophodno je izvođenja prospektivnih studija u kojima se mjeri odgovor na tretman ili promjenu uvjeta.

## ***7.2 Prospektivno istraživanje***

Prospektivno istraživanje kojem je bio za cilj istražiti da li će aerobni trening u trajanju 8 tjedana imati utjecaj na pregradnju kosti izveden je na dijelu ispitanika koji su se dobrovoljno prijavili za sudjelovanje u takvom istraživanju. Osam tjedana vježbanja povećalo je  $VO_2\max$ , te kondiciju ispitanika učinilo boljom. Gustoća i mineralizacija kosti u mjerenim točkama nisu se statistički značajno promijenile, što je bilo i očekivano s obzirom na kratak period, iako u literaturi postoje podaci o promijeni gustoće kosti nakon 9 tjedana treninga (44). Brzina promjene ovisi o starosti ispitanika, ona je najbrža u djece, a kako se približe maksimalnoj gustoći proces se usporava, te su promjene slabije vidljive i za uobičajene aparate koji se

koriste u DXA mjerenjima postaju nemjerljive u tako kratkom periodu. Podaci o promjeni koncentracija biokemijskih biljega koštane pregradnje govore o intenzivnom procesu pregradnje, u kojem je došlo do značajnog porasta koncentracije kako biljega izgradnje osteokalcina, tako i biljega razgradnje piridinolina. Zabilježen je i porast koncentracije RANKL, dok je konc OPG bez statistički značajne promjene. Mehanizmi kojima mehaničko opterećenje utječe na pregradnju kosti još nisu u potpunosti razjašnjeni. Mehaničko opterećenje u kostima uglavnom osjete osteociti koji su glasnici i potiču pregradnju aktiviranjem osteoklasta zaduženih za razgradnju, te osteoblasta za izgradnju kosti. Osim ovog direktnog djelovanja na kost, mehaničko opterećenje djeluje i ojačavanjem mišića uključenih u rad, koji dalje utječu na kost svojim tenzijama, a isto tako i aktiviranjem hormona koji potiču ili sudjeluju u pregradnji kosti (34). Uključenje različitih hormona i molekula koji reguliraju pregradnju ovisi o trajanju i intenzitetu opterećenja, tako da postoje podaci da kod ekstremnih opterećenja (kao u ultramaratonima i slično) dolazi do disbalansa te naglo kreće razgradnja, što je vidljivo iz promjena koncentracija biljega razgradnje (51, 63). Godine starosti su takođe bitne u mehanotransdukciji, najbolji odgovor kosti se dobija u doba PBM (167). Postoje i razlike u spolu koje se očituju kod velikih opterećenja, u kojima su potaknuti intenzivni procesi pregradnje, a koje se objašnjavaju ulogom estrogena koji favoriziraju izgradnju nad razgradnjom kosti (168). Bouassida (28) pretpostavlja da postoji određeni intenzitet opterećenja koji je potreban da bi vježbanje utjecalo na koncentraciju PTH, hormon koji ovisno o dugotrajnosti izloženosti može na kost djelovati anabolički ili katabolički (29). U ovoj studiji moguće je da intenzitet ili trajanje opterećenja nije bilo dovoljno da bi utjecalo na koncentraciju PTH, te da stoga nije došlo do promjene. Postoje i podaci o tome da se početno povećanje koncentracije nakon određenog vremena smanjuje i vraća na početne vrijednosti (51, 169), pa je i to jedno od mogućih objašnjenja neuočavanja promjene koncentracije PTH. Promjena je statistički značajna za koncentraciju RANKL, što govori da je proces pregradnje ipak intenziviran. RANKL se nalazi u dva oblika: sRANKL (solubilni) koji je prisutan u krvi, i transmembranski RANKL. Solubilni RANKL nastaje u osteoblastima (170) i ima ulogu u imunološkom odgovoru i kod popravka kosti (171, 172). Potvrdu pokrenutog procesa pregradnje daje i porast osteokalcina. Osteokalcin je glavni nekolageni protein koštanog matriksa, te u cirkulaciju dopijeva razgradnjom koštanog matriksa i sintezom u osteoblastima, tako da je u stvari marker koji govori o intenzitetu pregradnje, ne isključivo izgradnje kosti (98). Statistički značajan porast koncentracije

piridinolina, kao produkta i biljega razgradnje kosti govori o stadiju do kojeg je pregradnja došla u vrijeme uzimanja uzoraka. Piridinolin je biljeg aktivnosti osteoklasta, kao što je osteokalcin biljeg aktivnosti osteoblasta. Prilikom pregradnje kosti dolazi do razgradnje dijelova koji se trebaju popraviti ili ojačati da bi bili u stanju izdržati povećana opterećenja, zatim nakon faze obrata dolazi do izgradnje kosti. Kako su uzorci uzeti nakon 8 tjedana od početka povećane aktivnosti, tj opterećenja koje izaziva povećanu pregradnju, prema biokemijskim pokazateljima vjerojatno je uslijedila faza obrata. Iako su koncentracije RANKL i PYD još povećane, porasla je i koncentracija OC. Kada su ispitane razlike u promjenama koncentracija biokemijskih pokazatelja među grupama različitim po spolu, nivou tjelesne aktivnosti i kondiciji nađena je razlika samo za piridinolin za različite spolove, dok promjena koncentracije ostalih parametara nije ovisila o spolu, niti o tjelesnoj aktivnosti i kondiciji na početku studije. Vjerojatno u mehanizmu nastajanja piridinolina razlaganjem kolagena iz koštanog matriksa postoji uloga estrogena, ali u literaturi nema podataka o rezultatima sličnim ovdje prikazanim. Iz svega se može zaključiti da je aerobni trening u trajanju od 8 tjedana djelovao poticajno na koštanu pregradnju.

## 8. ZAKLJUČCI

---

Na osnovu predstavljenih rezultata izvode se sljedeći zaključci:

- Mladi u dobi 20-30 godina uglavnom su umjereno aktivni, hranom unose nutrijente bitne za zdravlje koštanog sustava u količinama koje odgovaraju preporukama Svjetske zdravstvene organizacije, te imaju uglavnom prosječnu kondiciju.
- Kod većine denzitometrijski rezultati upućuju na zdrave kosti, iako postoje i slučajevi osteopenije
- Razlike u rezultatima denzitometrijskih mjerenja među spolovima očituju se samo u rezultatima BMC za sve tri mjerene točke, dok se BMD razlikuje samo u točki dual femur , a rezultati za T-score se među spolovima ne razlikuju
- Od mjerenih biokemijskih biljega koštane pregradnje jedino koncentracija PICP se razlikuje među spolovima, veća je kod ženskog nego muškog spola.
- Rezultati denzitometrijskih mjerenja pozitivno koreliraju sa kondicijskom pripremljenošću, a ne koreliraju sa samoprocijenjenim nivoom tjelesne aktivnosti
- Koncentracija osteokalcina u serumu razlikuje se za skupine različitog nivoa tjelesne aktivnosti, povećava se sa većom tjelesnom aktivnošću, dok se koncentracije ostalih biokemijskih biljega pregradnje kosti ne razlikuju po nivou tjelesne aktivnosti
- Rezultati denzitometrijskih mjerenja koreliraju sa unosom hranjivih tvari, dok biokemijski parametri ne koreliraju, s izuzetkom osteoprotegerina
- Među nutrijentima neovisni prediktori rezultata denzitometrije su uglavnom vitamin D, selen, vitamin B<sub>1</sub>, unos energije i zasićene masne kiseline sa pozitivnim koeficijentom, te proteini s negativnim koeficijentom
- Sastav tjelesne mase povezan je sa gustoćom i mineraliziranošću kosti na način da udio bezmasnog, tj mišićnog tkiva pozitivno korelira sa BMD i BMC
- BMI je neovisni prediktor rezultata denzitometrijskih rezultata u lumbalnoj kralježnici
- Nakon osam tjedana aerobne aktivnosti nije došlo do promjene u rezultatima denzitometrijskih mjerenja, ali su porasle koncentracije biokemijskih biljega koštane pregradnje: osteokalcina, piridinolina, te RANKL
- Promjene u koncentraciji osteokalcina i RANKL nisu različite za grupe diferencirane po nivou tjelesne aktivnosti, kondiciji ili spolu, dok je promjena piridinolina različita po spolu, tako da je veća promjena zapažena kod ženskog nego kod muškog spola.



## LITERATURA

---

1. Clarke B. Normal Bone Anatomy and Physiology. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008; 3:S131-S139.
2. Maimoun L, Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism* 2011; 60(3): 373-388.
3. Ilich JZ, Kerstetter JE. Nutrition in Bone Health Revisited: A story Beyond Calcium. *J Am Coll Nutr* 2000; 19: 715-737.
4. Bonjour JP, Chevalley T, Ferrari S, Rizzoli R. The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud Publica Mex* 2009; 51(Suppl 1): 5-17.
5. Prentice A. Diet, nutrition and the prevention of osteoporosis. *Public Health Nutr* 2004; 7: 227-243.
6. Multani, SK, Sarathi V, Shivane V, Bandgar TR, Menon PS, Shah NS. Study of bone mineral density in resident doctors working at a teaching hospital. *J Postgrad Med* 2010; 56: 65-70.
7. Kumar A, Mittal S, Orito S, Ishitani K, Ohta H. Impact of dietary intake, education, and physical activity on bone mineral density among North Indian women. *J Bone Miner Metab* 2010; 28 (2): 192-201.
8. Blake GM, Fogelman I. The role of DXA bone density scans in the diagnosis and treatment of osteoporosis. *Postgrad Med J* 2007; 83: 509-517.
9. Ralston SH, Uitterlinden AG. Genetics of Osteoporosis. *Endocrine Reviews* 2010., 31(5): 629-662.
10. Maimoun L, Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism* 2011; 60(3): 373-388.
11. Raggatt LJ, Partridge NC. Cellular and Molecular Mechanisms of Bone Remodeling. *The Journal of Biological Chemistry* 2010, 33 (285): 25103-25108.
12. Teitelbaum SL, Ross FP. Genetic regulation of osteoclast development and function. *Nat. Rev Genet* 2003. 4: 638-649.
13. Ikeda F, Nishimura R, Matsubara T, Tanaka S, Inone J, Reddy SV, Hata K, Yamashita K, Hiraga T, Watanabe T, Kukita T, Yoshioka K, Rao A, Yoneda T. Critical roles of c-Jun signaling in regulation of NFAT family and RANKL-regulated osteoclast differentiation. *J Clin Invest* 2004; 114: 475-484.

14. Rucci N. Molecular Biology of Bone Remodelling. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism* 2008; 5(1): 49-56.
15. Takayanagi H. Osteoimmunology: shared mechanisms and crosstalk between the immune and bone systems. *Nature* 2007; 7: 292-304.
16. Sundquist KT, Leppilampi M, Jarvelin K, Kumpulainen T, Vaananen HK. Carbonic Anhydrase isoenzymes in isolated rat peripheral monocytes, tissue macrophages, and osteoclasts. *Bone* 1987; 8: 33-38.
17. Teti A, Blair HC, Teitelbaum SL, Kahn AJ, Koziol C, Konsek J, Zamboni-Zallone A, Schlesinger PH. Cytoplasmic pH regulator and chloride/bicarbonate exchange in avian osteoclasts. *J Clin Invest.* 1989; 83: 227-233.
18. Schlesinger PH, Blair HC, Teitelbaum SL, Edwards JC. Characterization of the osteoclast ruffled border chloride channel and its role in bone resorption. *J Biol Chem* 1997; 272: 18636-18643.
19. Bonewald L, Mundy GR. Role of transforming growth factor beta in bone remodeling. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 25: 35-40.
20. Caetano-Lopes J, Canhao H, Fonseca JE. Osteoblasts and bone formation. *Acta Reum Port* 2007; 32: 103-110.
21. Bennet CN, Longo KA, Wright WS, Suva LJ, Lane TF, Hankenson KD, MacDougald OA. Regulation of osteoblastogenesis and bone mass by Wnt10b. *Proc Natl Acad Sci USA* 2005; 102: 3324-3329.
22. Hartmann CA. Wnt canon orchestrating osteoblastogenesis. *Trends Cell Biol* 2006; 16: 151-158.
23. Lane NE. Therapy Insight: osteoporosis and osteonecrosis in systemic lupus erythematosus *Nat Clin Pract Rheumatol* 2006; 2: 562-569.
24. Landis WJ. 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* 1995; 16: 533-544.
25. Arno Helmborg. Bone metabolism. 2010. Dostupno na: <http://helmborg.at/bone-metabolism.htm> ( 5.11.2012)
26. Pocock NA, Eisman JA, Hopper JL, Yeates MG, Sambrook PH, Eberl S. Genetic determinants of bone mass in adults: A twin study. *J Clin Invest* 1987; 80: 706-710.
27. Hadjidakis DJ, Androulakis II. Bone Remodeling. *Ann N. Y. Acad. Sci.* 2006; 1092: 385-396.

28. Bouassida A, Latiri I, Bouassida S, Zalleg D, Zaouali M, Feki Y, Gharbi N, Zbidi A, Tabka Z. Parathyroid hormone and physical exercise: a Brief review. *Jour of Sports Science and Medicine* 2006; 5: 367-374.
29. Poole KES, Reeve J. Parathyroid hormone- a bone anabolic and catabolic agent. *Current Opinion in Pharmacology* 2005; 5: 612-617.
30. Joseph C, Kenny AM, Taxel P, Lorenzo JA, Duque G, Kuchel GA. Role of endocrine-immune dysregulation in osteoporosis, sarcopenia, frailty and fracture risk. *Molecular Aspects of Medicine* 2005; 26: 181-201.
31. Shevde NK, Bendixen AC, Dienger KM, Pike JW. Estrogens suppress RANK ligand- induced osteoclast differentiation via a stromal cell independent mechanisms involving c-Jun repression. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97 (14): 7829-7834.
32. Furuyama N, Fujisawa Y. Regulation of collagenolytic protease secretion through c-Src in osteoclasts. *Biochem Biophys Res Commun* 2000; 272 (1): 116-124.
33. Ralston SH. Genetics of osteoporosis. *Proc Nutr Soc* 2007; 66 (2): 158-165.
34. Turner CH, Robling AG. Mechanisms by which exercise improves bone strength. *J Bone Miner Metab* 2005; 23: 16-22.
35. Layne J.E. and Nelson, M.E. The effects of progressive resistance training on bone density: a review *Medicine and Science in Sports Exercise* 1999; 31: 25-30.
36. Scheld K, Zittermann A, Heer M, Herzog B, Mika C, Drummer C, Stehle P. Nitrogen metabolism and Bone metabolism Markers in Healthy Adults during 16 Week of Bed Rest. *Clinical Chemistry* 2001; 47 (9): 1688-1695.
37. Cavanagh P.R., Licata, A.A. and Rice, A.J. Exercise and pharmacological countermeasures for bone loss during long-duration space flight. *Gravitational and Space Biology Bulletin* 2005; 18: 39-58.
38. Nikander R, Sievanen H, Heinonen A, Daly RM, Uusi-Rasi K, Kannus P. Targeted exercise against osteoporosis: a systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Med.* 2010; 8: 47.
39. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? A systematic review. *Br J Sports Med.* 2002; 36(4): 250–257.
40. Hind K, Burrows M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone.* 2007;40(1):14–27.

41. Kannus P, Haapasalo H, Sankelo M, Sievanen H, Pasanen M, Heinonen A, Oja P, Vuori I. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Ann Intern Med.* 1995;123(1):27–31.
42. Bass SL, Saxon L, Daly RM, Turner CH, Robling AG, Seeman E, Stuckey S. The effect of mechanical loading on the size and shape of bone in pre-, peri-, and postpubertal girls: a study in tennis players. *J Bone Miner Res.* 2002; 17 (12): 2274–2280.
43. Kontulainen S, Sievanen H, Kannus P, Pasanen M, Vuori I. Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *J Bone Miner Res.* 2003;18(2):352–9.
44. McWhannell N, Henaghan JL, Foweather L, Doran DA, Batterham AM, Reilly T, Stratton G. The effect of a 9-week physical activity programme on bone and body composition of children aged 10-11 years: an exploratory trial. *Int J Sports Med.* 2008; 29: 941-7.
45. Gracia-Marco L, Moreno LA, Ortega FB, León F, Sioen I, Kafatos A, Martinez-Gomez D, Widhalm K, Castillo MJ, Vicente-Rodríguez G; HELENA Study Group. Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents: the HELENA study. *Am J Prev Med* 2011; 40 (6): 599-607.
46. Nilsson M, Ohlsson C, Oden A, Mellstrom D, Lorentzon M. Increased Physical Activity Is Associated With Enhanced Development of Peak Bone Mass in Men: A Five-Year Longitudinal Study. *Journal of Bone and Mineral Research* 2012; 27 (5): 1206-1214.
47. Kim KZ, Shin A, Lee J, Myung SK, Kim J. The beneficial effect of leisure-time physical activity on bone mineral density in pre- and postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 2012; 91 (3): 178-185.
48. Eleftheriou KI, Rawal JS, Kehoe A, James LE, Payne JR, Skipworth JR, Puthuchery ZA, Drenos F, Pennell DJ, Loosemore M, World M, Humphries SE, Haddad FS, Montgomery HE. The Lichfield bone study: the skeletal response to exercise in healthy young men. *J Appl Physiol* 2012; 112 (4): 615-626.
49. Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Medicine & Science in Sport & Exercise* 1999; 31 (1): 25-30.

50. Callreus M, McGuigan F, Ringsberg K, Akesson K. Self-reported recreational exercise combining regularity and impact is necessary to maximize bone mineral density in young adult women. *Osteoporos Int* 2012; 23: 2517-2526.
51. Scot JPR, Greeves JP, Casey A, Sale C, Dutton J, Fraser WD. Investigations into changes in bone turnover with acute, weight-bearing exercise in healthy, young men. NATO RTO-MP-HFM-181.RTO. Human factors and Medicine Panel Symposium, Soia, Bulgaria 5-7 October 2009. <http://www.cso.nato.int/pubs/rdp.asp?RDP=RTO-MP-HFM-181> (5. 11. 2012).
52. Hosny IA, Elghawabi HS, Younan WBF, Sabbour AA, Gobrial MAM. Beneficial impact of aerobic exercises on bone mineral density in premenopausal women under caloric restriction. *Skeletal Radiol* 2012; 41: 423-427.
53. Marques E, Wanderley F, Machado L, Sousa F, Viana JL, Moreira-Goncalves D, Moreira P, Mota J, Carvalho J. Effects of resistance and aerobic exercise on physical function, bone mineral density, OPG and RANKL in older women. *Experimental Gerontology* 2011; 46: 524-532.
54. Niu K, Ahola R, Guo H, Korpelainen R, Uchimaru J, Vainionpää A, Sato K, Sakai A, Salo S, Kishimoto K, Itoi E, Komatsu S, Jämsä T, Nagatomi R. Effect of office-based brief high-impact exercise on bone mineral density in healthy premenopausal women: the Sendai Bone Health Concept Study. *J Bone Miner Metab* 2010; 28 (5): 568-577.
55. Martin-St James M, Carroll S. Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: a meta analysis. *J Bone Miner Metab* 2010; 28 (3): 251-267.
56. Hinton PS, Rector RS, Linden MA, Warner SO, Dellsperger KC, Chockalingam A, Whaley-Connell AT, Liu Y, Thomas TR. Weight-loss-associated changes in bone mineral density and bone turnover after partial weight regain with or without aerobic exercise in obese women. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66 (5): 606-612.
57. Singh JA, Schmitz KH, Petit MA. Effect of resistance exercise on bone mineral density in premenopausal women. *Joint Bone Spine* 2009; 76 (3): 273-280.

58. Duncan RL, Turner CH. Mechanotransduction and the Functional Response of Bone to Mechanical Strain. *Calcif Tissue Int* 1995; 57: 344-358.
59. Dias Quiterio AL, Carnero EA, Baptista FM, Sardinha LB. Skeletal mass in adolescent male athletes and nonathletes: relationships with high-impact sports. *J Strength Cond Res* 2011; 25 (12): 3439-3447.
60. Friesen KJ, Rozenek R, Clippinger K, Gunter K, Russo AC, Sklar SE. Bone mineral density and body composition of collegiate modern dancers. *J Dance Med Sci* 2011; 15 (1): 31-36.
61. Liang MT, Braun W, Bassin SL, Dutto D, Pontello A, Wong ND, Spalding TW, Arnaud SB (2011) Effects of high-impact aerobics and strenght training on BMD in young woman aged 20-35 years. *Int J Sports Med* 2011; 32 (2): 100-108.
62. Nichols JF, Rauh MJ. Longitudinal changes in bone mineral density in male master cyclists and non-athletes. *J Strength Cond Res* 2011; 25:727-34.
63. Kerschan-Schindl K, Thalmann M, Sodeck GH, Skenderi K, Matalas AL, Grampp S, Ebner C, Pietschmann P. A 246-km continuous running race causes signiicant changes in bone metabolism. *Bone* 2009; 45:1079-83
64. Brahm H, Strom H, Piehl-Aulin K, Mallmin H, Ljunghall S. Bone metabolism in endurance trained athletes: a comparison to population-based controls based on DXA, SXA, quantitative ultrasound, and biochemical markers. *Calcif Tissue Int* 1997; 61:448-454.
65. Andreoli A, Celi M, Volpe SL, Sorge R, Tarantino U. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66 (1): 69-74.
66. Morseth B, Emaus N, Wilsgaard T, Jacobsen BK, Jørgensen L. Leisure time physical activity in adulthood is positively associated with bone mineral density 22 years later. The Tromsø study. *Eur J Epidemiol* 2010; 25 (5): 325-331.
67. Tveit M, Rosengren BE, Nilsson JA, Ehlborg HG, Karlsson MK. Bone mass following physical activity in young years: a mean 39-year prospective controlled study in men. *Osteoporos Int*. 2012. doi: 10.1007/s00198-012-2081-z. Epub ahead of print

68. Brahm H, Mallmin H, Michaelsson K, Strom H, Ljunghall S. Relationships between bone mass measurements and lifetime physical activity in a Swedish population. *Calcif Tissue Int* 1998; 62:400-412
69. Matkovic V, Heaney RP. Calcium balance during human growth: evidence for threshold behavior. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 992-996.
70. Price CT, Langford JR, Liporace FA. Essential Nutrients for Bone Health and a Review of their Availability in the Average North American Diet. *The Open Orthopaedics J* 2012; 6: 143-149.
71. Bailey R, Dodd KW, Goldman JA, Gahche JJ, Dwyer JT, Moshfegh AJ, Sempos CT, Picciano MF. Estimation of total usual calcium and vitamin D intakes in the United States. *J Nutr* 2010; 140: 817-822.
72. Warensjo E, Byberg L, Melhus H, Gedeberg R, Mallmin H, Wolk A, Michaelsson K. Dietary calcium intake and risk of fracture and osteoporosis: prospective longitudinal cohort study. *Br Med J* 2011; 342: d1473.
73. Bischoff-Ferrari H, Dawson-Hughes B, Baron JA, Burckhardt P, Li R, Spiegelman D, Specker B, Orav JE, Wong JB, Staehelin HB, O'Reilly E, Kiel DP, Willett WC. Calcium intake and hip fracture risk in men and women: a meta-analysis of prospective cohort studies and randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 1780-1790.
74. Celotti F, Bignamini A. Dietary calcium and mineral/vitamin supplementation: a controversial problem. *J Int Med Res* 1999; 27 (1): 1-14.
75. Habibzadeh N. The effect of milk consumption on bone mass density in obese and thin adult women. *Biomedical Human Kinetics* 2010; 2: 81-84.
76. Dionyssiotis Y, Paspali I, Trovas G, Galanos A, Lyritis G. Association of physical exercise and calcium intake with bone mass measured by quantitative ultrasound. *BMC Women's health* 2010; 10: 12
77. Calvo MS. The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 1994; 9: 183-207.
78. Rude RK. Magnesium deficiency: a cause of heterogeneous disease in humans. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 749-758.
79. Vitamin and mineral requirements in human nutrition (second edition). Dostupno na [www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241546123/en/index.html](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241546123/en/index.html) (12.09.2013.)

80. Angus RM, Sambrook PN, Pocock NA, Eisman JA. Dietary intake and bone mineral density. *Bone Miner* 1988; 4: 265-277.
81. Feudenheim JL, Johnson NE, Smith EL. Relationships between usual nutrient intake and bone-mineral content of women 35-65 years of age: longitudinal and cross-sectional analysis. *Am J Clin Nutr* 1986; 44: 863-876.
82. Tucker KL, Hannan MT, Chen H, Cupples LA, Wilson PW, Kiel DP. Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 727-736.
83. Bonjour JP. Dietary protein: An essential Nutrient for Bone Health. *J Am Coll Nutr* 2005; 24 (6): 526S-536S.
84. Dawson Hughes B, Harris SS. Calcium intake influences the association of protein intake with rates of bone loss in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 773-779.
85. Heaney RP. Dairy and Bone Health. *J of the Am College of Nutrition* 2009; 28(1): 82S-90S.
86. Beasley JM, Ichikawa LE, Ange BA, Spangler L, LaCroix AZ, Ott SM, Scholes D. Is protein intake associated with bone mineral density in young women? *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 1311-1316.
87. Feskanich D, Willett WC, Colditz GA. Calcium, vitamin D, milk consumption, and hip fractures: a prospective study among postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 504-511.
88. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, Giovannucci E, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005; 293: 2257-2264.
89. Heikinheimo RJ, Inkovaara JA, Harju EJ, Haavisto MV, Kaarela RH, Kataja JM, Kokko AM, Kolho LA, Rajala SA. Annual injection of vitamin D and fractures of aged bones. *Calcif Tissue Int* 1992; 51: 105-110.
90. Trivedi DP, Doll R, Khaw KT. Effect of four monthly oral vitamin D3 (cholecalciferol) supplementation on fractures and mortality in men and women living in the community: randomised double blind controlled trial. *BMJ* 2003; 326: 469.
91. Ooms ME, Roos JC, Bezemer PD, van der Vijgh WJ, Bouter LM, Lips P. Prevention of bone loss by vitamin D supplementation in elderly women: a randomized double blind trial. *J Clin Endocrinol Metab* 1995; 80: 1052-1058.



92. Heaney RP. The Vitamin D requirement in health and disease. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2005; 97: 13-19.
93. Franceschi RT, Iyer BS. Relationship between collagen synthesis and expression of the osteoblast phenotype in MC3T3-E1 cells. *J Bone Miner Res* 1992; 7: 235-246.
94. Hall SL, Greendale GA. The relation of dietary vitamin C intake to bone mineral density: results from the PEPI study. *Calcif Tissue Int* 1998; 63: 183-189.
95. Morton DJ, Barrett-Connor EL, Schneider DL. Vitamin C supplement use and bone mineral density in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 2001; 16: 135-140.
96. Leveille SG, LaCroix AZ, Koepsell TD, Beresford SA, Van Belle G, Buchner DM. Dietary vitamin C and bone mineral density in postmenopausal women in Washington State, USA. *J Epidemiol Community Health* 1997; 51: 479-485.
97. Maggio D, Barabani M, Pierandrei M, Polidori MC, Catani M, Mecocci P, Senin U, Pacifici R, Cherubini A. Marked decrease in plasma antioxidants in aged osteoporotic women: results of a cross-sectional study. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 1523-1527.
98. Lee AJ, Hodges S, Eastell R. Measurement of osteocalcin. *Ann Clin Biochem* 2000; 37: 432-446.
99. Kanai T, Takagi T, Masuhiro K, Nakamura M, Iwata M, Saji F. Serum vitamin K level and bone mineral density in postmenopausal women. *Int J Gynaecol Obstet* 1997; 56: 25-30.
100. Knapen MH, Jie KS, Hamulyak K, Vermeer C. Vitamin K induces change in markers for osteoblast activity and urinary calcium loss. *Calcif Tissue Int* 1993; 53: 81-85.
101. Beattie J, Avenell A. Trace element nutrition and bone metabolism. *Nutr Res Rev* 1992; 5: 781-787.
102. Tuderman L, Myllylä R, Kivirikko KI. Mechanisms of the prolyl hydroxylase reaction. 1. Role of cofactors. *Eur J Biochem* 1977; 80: 341-348.
103. Schnitzler CM, Macphail AP, Shires R, Schnaid E, Mesquita JM, Robson HJ. Osteoporosis in African hemosiderosis: role of alcohol and iron. *J Bone Miner Res* 1994; 9: 1865-1873.
104. Cashman KD. Milk minerals (including trace elements) and bone health. *Int Dairy J* 2006; 16: 1389-1398.
105. Frassetto LA, Morris RC, Sellmeyer DE, Sebastian A. Adverse effects of sodium chloride on bone in the aging human population resulting from habitual consumption of typical American diets. *J Nutr* 2008; 138: 419S-422S.

106. Ilich JZ, Brownbill RA, Coster DC. Higher habitual sodium intake is not detrimental for bone in older women with adequate calcium intake. *Eur J Appl Physiol* 2010; 109 (4): 745-755.
107. Ilich JZ, Cvijetic S, Baric IC, Cecic I, Saric M, Crncevic- Orlic Z, Blanusa M, Korsic M. Nutrition and lifestyle in relation to bone health and body weight in Croatian postmenopausal women. *Int J Food Sci Nutr* 2009; 60 (4): 319-332.
108. Heaney RP. Role of Dietary Sodium in Osteoporosis. *J Am Coll Nutr* 2006; 25 (3): 271S-276S.
109. Orchard TS, Cauley JA, Frank GC, Neuhouser ML, Robinson JG, Snetselaar L, Tyllavsky F, Wactawski-Wende J, Young AM, Lu B, Jackson RD. Fatty acid consumption and risk of fracture in the Women's Health Initiative. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 1452-1460.
110. Hogstrom M, Nordstrom P, Nordstrom A. n3 Fatty acids are positively associated with peak bone mineral density and bone accrual in healthy men: the NO2 Study. *Am J Clin Nutr* 2007;85:803-7.
111. Griel AE, Kris-Etherton PM, Hilpert KF, Zhao G, West SG, Corwin RL. An increase in dietary n-3 fatty acids decreases a marker of bone resorption in humans. *Nutrition J* 2007; 6: 2.
112. Tamaki J, Iki M, Sato Y, Kajita E, Kagamimori S, Kagawa Y, Yoneshima H. Smoking among premenopausal women is associated with increased risk of low bone status: the JPOS Study. *J Bone Miner Metab* 2010; 28 (3): 320-327.
113. Eleftheriou KI, Rawal JS, James LE, Payne JR, Loosemore M, Pennell DJ, World M, Drenos F, Haddad FS, Humphries SE, Sanders J, Montgomery HE. Bone structure & geometry in young men: The influence of smoking, alcohol intake & physical activity. *Bone* 2012 doi: 10.1016/j.bone.2012.09.003. (Epub ahead of print)
114. Melhus H, Michalsson K, Holmberg L, Wolk A, Ljunghall S. Smoking, antioxidant vitamins, and the risk of hip fracture. *J Bone Miner Res* 1999; 14: 129-135.
115. Grzegorzewska AE, Mlot-Michalska M. Coffee Consumption and Bone Mineral Density in Dialysis Patients. *Advances in Peritoneal Dialysis* 2008; 24: 84-89.
116. Hallstrom H, Wolk A, Glynn A, Michaelsson K. Coffee, tea and caffeine consumption in relation to osteoporotic fracture risk in a cohort of Swedish women. *Osteoporos Int* 2006; 17: 1055-1064.

117. Gudmundsdottir SL, Oskarsdottir D, Indridason OS, Franzson L, Sigurdsson G. Risk factors for longitudinal bone loss in the hip of 70-year-old women; the importance of weight maintenance. *International Congress Series* 2007; 1297: 241-251.
118. Marwaha RK, Puri S, Tandon N, Dhir S, Agarwal N, Bhadra K, Saini N. Effects of sports training & nutrition on bone mineral density in young Indian healthy females. *Indian J Med Res* 2011; 134: 307-313.
119. Oh KW, Rhee EJ, Lee WY, Kim SW, Oh ES, Baek KH, Kang MI, Choi MG, Yoo HJ, Park SW. The relationship between circulating osteoprotegerin levels and bone mineral metabolism in healthy women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2004; 61: 244-249.
120. M. J. Adams, „Chemometrics in Analytical Spectroscopy: 2nd edition“, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2000.
121. L. Kaufman, P. J. Rousseeuw, „Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis“, Wiley- Interscience, publication Hoboken, New Jersey, 2005.
122. Fogelholm, M., et al. "International Physical Activity Questionnaire: Validity against fitness." *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 753-60.
123. Guidelines for the data processing and analysis of the „International Physical Activity Questionnaire“. Dostupno na [www.ipaq.ki.se/scoring.pdf](http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf) (10.06.2013.)
124. Richmond B. DXA scanning to diagnose osteoporosis: Do you know what the results mean? *Cleveland Clinic Journal of Medicine* 2003; 70: 353-360.
125. Kyle U.G, Bosaeus I, De Lorenzo A.D, Deurenberg P, Elia M, Gomez J.M, Heitmann B.L, Kent Smith L, Melchior J.C, Pirlich M, Scharfetter H, Schols A. M. W. J, Pichard C. Bioelectrical impedance analysis- part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* 2004; 23: 1226-1243.
126. Ballesteros-Pomar MD, Calleja-Fernández A, Díez-Rodríguez R, Vidal-Casariego A, Blanco-Suárez MD, Cano-Rodríguez I. Comparison of different body composition measurements in severely obese patients in the clinical setting. *Nutr Hosp.* 2012; 27: 1626-1630.
127. Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Jakeman P. A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112: 589-595.
128. Noakes TD, Myburgh KH, Schall R. Peak treadmill running velocity during the  $VO_{2max}$  test predicts running performance. *Journal of sports Sciences* 1990; 8 (1): 35-45.

129. Vivian H. Heyward, *Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription*, 3rd Edition, The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas TX, 1998.
130. Miyabara Y, Onoe Y, Harada A, Kuroda T, Sasaki S, Ohta H. Effect of physical activity and nutrition on bone mineral density in young Japanese women . *J Bone Miner Metab* 2007; 25: 414-418.
131. Pocock NA, Eisman JA, Yeates MG, Sambrook PN, Eberl S. Physical Fitness is a major determinant of femoral neck and lumbar spine bone mineral density. *J Clin Invest* 1986; 78: 618-621.
132. Powers PS. Osteoporosis and eating disorders. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 1999; 12: 51-57.
133. Andersen AE, Watson T, Schlechte J. Osteoporosis and osteopenia in men with eating disorders. *Lancet* 2000; 355: 1967-1968.
134. Brownbill RA, Ilich JZ. Lipid Profile and Bone Paradox: Higher Serum Lipids Are Associated with Higher Bone Mineral Density in Postmenopausal Women *Journal of Women's Health*. 2006; 15(3): 261-270.
135. Vicente-Rodriguez G, Ezquerro J, Mesana MI, Fernandez-Alvira JM, Rey-lopez JP, Casajus JA. Independent and combined effect of nutrition and exercise on bone mass development. *J Bone Miner Metab* 2008; 51: S5-17.
136. Nieves JW. Osteoporosis: the role of micronutrients. *Am J Clin Nutr* 2005; 81: 1232S-1239.
137. Palacios C. The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2006; 46: 621-628
138. Calvo MS, Heath H. Acute effects of orale phosphate-salt ingestion on serum phosphorus, serum ionized calcium, and parathyroid hormone in young adults. *Am J Clin Nutr*. 1988; 47: 1025-1029.
139. Kemi VE, Karkkainen MU, Lamberg-Allardt CJ. High phosphorus intakes acutely and negatively affect Ca and bone metabolism in a dose-dependent manner in healthy young females. *Br J Nutr* 2006; 96: 545-552.
140. Kemi VE, Rita HJ, Karkkainen MU, Viljakainen HT, Laaksonen MM, Outila TA. Habitual high phosphorus intakes and foods with phosphate additives negatively affect serum parathyroid hormone concentration: a cross-sectional study on healthy young womwn. *Public Health Nutr*. 2009; 12: 1885-1892.

141. Renkema KY, Alexander RT, bindels RJ, Hoenderop JG. Calcium and phosphate homeostasis: concerted interplay of new regulators. *Ann Med.* 2008; 40: 82-91.
142. Sigrist MK, Chiarelli G, Lim L, Levin A. Early initiation of phosphate lowering dietary therapy in non- dialysis chronic kidney disease: a critical review. *J Ren Care.* 2009; 35: 71-78.
143. Lee WT, Leung SS, Leung DM, Wang SH, Xu YC, Zeng WP, Cheng JC. Bone mineral acquisition in low calcium intake children following the withdrawal of calcium supplement. *Acta Pediatr.* 1997; 86: 570-576.
144. Blackwood AM, Sagnella GA, Cook DG, Cappuccio FP: Urinary calcium excretion, sodium intake and blood pressure in a multiethnic population: results of the Wandsworth Heart and Stroke Study. *J Hum Hypertens* 2001; 15: 229–237
145. Ho, SC, Chen YM, Woo JL, Leung SS, Lam TH, Janus ED: Sodium is the leading dietary factor associated with urinary calcium excretion in Hong Kong Chinese adults. *Osteoporos Int* 2001; 12: 723–731.
146. Nakamura K, Hori Y, Nashimoto M, Okuda Y, Miyazaki H, Kasai Y, Yamamoto M: Dietary calcium, sodium, phosphorus, and protein and bone metabolism in elderly Japanese women: a pilot study using the duplicate portion sampling method. *Nutrition* 2004; 20: 340–345.
147. Carbone LD, Bush AJ, Barrow KD, Kang AH: The relationship of sodium intake to calcium and sodium excretion and bone mineral density of the hip in postmenopausal African-American and Caucasian. *J Bone Miner Metab* 2003; 21: 415–420.
148. Cohen AJ, Roe FJ. Review of risk factors for osteoporosis with particular reference to a possible aetiological role of dietary salt. *Food Chem Toxicol.* 2000; 38 (2-3): 237-253.
149. Ilich JZ, Brownbill RA, Coster DC. Higher habitual sodium intake is not detrimental for bones in older women with adequate calcium intake. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 109 (4): 745-755.
150. Beattie J, Avenell A. Trace element nutrition and bone metabolism. *Nutr Res Rev* 1992; 5: 167–188.
151. Seco C, Revilla M, Hernandez ER, Gervas J, Gonzalez-Riola J, Villa LF, Rico H: Effects of zinc supplementation on vertebral and femoral bone mass in rats on strenuous treadmill training exercise. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 508–512.

152. Gjesdal CG, Vollset SE, Ueland PM, Refsum H, Drevon CA, Gjessing HK, Tell GS: Plasma total homocysteine level and bone mineral density: the Hordaland Homocysteine Study. *Arch Intern Med* 2006; 166: 88–94.
153. Yazdanpanah N, Zillikens MC, Rivadeneira F, de Jong R, Lindemans J, Uitterlinden AG, Pols HA, van Meurs JB. Effect of dietary B vitamins on BMD and risk of fracture in elderly men and women: the Rotterdam study. *Bone*. 2007; 41 (6): 987-994.
154. Puchacz E, Lian JB, Stein GS, Wozney J, Huebner K, Croce C. Chromosomal localization of the human osteocalcin gene. *Endocrinology* 1989; 124: 2648-2650.
155. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, Giovannucci E, Dietrich T, Dawson-Hughes B: Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005; 293: 2257–2264.
156. Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years old or older. *New England Jour of Medicine* 1997; 337: 670-676.
157. Zeng H, Cao JJ, Combs GF Jr. Selenium in bone health: Role in Antioxidant Protection and cell proliferation. *Nutrients* 2013; 5: 97-110.
158. Hoeg A, Gogakos A, Murphy E, Mueller S, Kohrle J, Reid DM, Gluer CC, Felsenberg D, Roux C, Eastell R, Schomburg L, Williams GR. Bone Turnover and Bone Mineral Density Are Independently Related to Selenium Status in Healthy Euthyroid Postmenopausal Women. *J Clin Endocrinol Metab*, 2012; 97 (11): 4061–4070.
159. Kumar A, Mittal S, Orito S, Ishitani K, Ohta H. Impact of dietary intake, education, and physical activity on bone mineral density among North Indian women. *J Bone Miner Metab* 2010; 28: 192-201.
160. Ihle R, Loucks AB. Dose–Response Relationships Between Energy Availability and Bone. *Journal of Bone And Mineral Research* 2004; 19(8): 1231-1240.
161. Kohri T, Kaba N, Murakami T, Narukawa T, Yamamoto S, sakai T, sasaki S. Search for promotion factors of ultrasound bone measurement in Japanese males and pre/post-menarcheal females aged 8-14 years. *J Nutr Sci Vitaminol* 2012; 58: 263-271.
162. Simonet WS, Lacey DL, Dunstan CR, Kelley M, Chang MS, Luthy R, Nguyen HQ, Wooden S, Bennett L, Boone T, Shimamoto G, DeRose M, Elliott R, Colombero A, Tan HL, Trail G, Sullivan J, Davy E, Bucay N, Renshaw-Gegg L, Hughes TM, Hill D, Pattison W, Campbell P, Sander S, Van G, Tarpley J, Derby P, Lee R, Boyle WJ: Osteoprotegerin: a

- novel secreted protein involved in the regulation of bone density. *Cell* 1997; 89: 309–319.
163. Bucay N, Sarosi I, Dunstan CR, Morony S, Tarpley J, Capparelli C, Scully S, Tan HL, Xu W, Lacey DL, Boyle WJ, Simonet WS Osteoprotegerindeficient mice develop early onset osteoporosis and arterial calcification. *Genes Dev* 1998; 12: 1260–1268.
164. Aoki A, Murata M, Asano T, Ikoma A, Sasaki M, Saito T, Otani T, Jinbo S, Ikeda N, Kawakami M, Ishikawa S. Association of serum osteoprotegerin with vascular calcification in patients with type 2 diabetes. *Cardiovascular Diabetology* 2013; 12: 1-11.
165. Miyatake N, Tanaka A, Eguchi M, Miyachi M, Tabata I. Reference data of multi frequencies bioelectric impedance method in Japanese. *Anti-Aging medicine* 2009; 6: 10-14.
166. Langsetmo L, Hitchcock CL, Kingwell EJ, Davison KS, Berger C, Forsmo S, Zhou W, Kreiger N, Prior JC. Physical activity, body mass index and bone mineral density-associations in a prospective population-based cohort of women and men: the Canadian multicentre osteoporosis study (CaMos). *Bone* 2012; 50 (1): 401-408.
167. Nichols DL, Sanborn CF, Essery EV. Bone density and young athletic women: an update. *Sports Med.* 2007; 37: 1001–1014.
168. Saxon LK, Turner CH. Low-dose estrogen treatment suppresses periosteal bone formation in response to mechanical loading. *Bone* 2006; 39, 1261–1267.
169. Thorsen K, Kristofferson A, Hultdin J, Lorentzon R. Effects of Moderate Endurance Exercise on calcium, parathyroid hormone, and markers of bone metabolism in young women. *Calcif Tissue Int* 1997; 60: 16-20.
170. Hikita A, Yana I, Wakeyama H, Nakamura M, Kadono Y, Oshima Y, Nakamura K, Seiki M, Tanaka S. Negative regulation of osteoclastogenesis by ectodomain shedding of receptor activator of NFkappa B ligand. *Journal of Biological Chemistry* 2006; 281: 36846–36855.
171. Rogers A, Eastell R. Circulating osteoprotegerin and receptor activator for nuclear factor kappaB ligand: clinical utility in metabolic bone disease assessment. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 6323–6331.
172. Kong YY, Feige U, Sarosi I, Bolon B, Tafuri A, Morony S, Capparelli C, Li J, Elliott R, McCabe S, Wong T, Campagnuolo G, Moran E, Bogoch ER, Van G, Nguyen LT, Ohashi PS, Lacey DL, Fish E, Boyle WJ, Penninger JM. Activated T cells regulate bone loss and joint

destruction in adjuvant arthritis through osteoprotegerin ligand. *Nature* 1999; 402: 304–309.



## SAŽETAK

---

Kosti su metabolički vrlo aktivne tijekom cijelog života. Najveća aktivnost u periodu je djetinjstva i mlađeg zrelog doba, u periodu rasta skeleta, pa sve do dvadesetih godina života, kada kosti dostižu vrhunac veličine i gustoće, te imaju najbolje mehaničke osobine. Osim nasljednih faktora na kvalitetu kosti utječu i spoljni faktori; prehrana i tjelesna aktivnost odnosno stil života. Kako se društvo mijenja mijenjanju se i navike, kako one vezane za kretanje, tako i prehrambene navike, a ove promjene odražavaju se na ukupno zdravlje, pa i na zdravlje koštanog sustava. Stoga je jedan od ciljeva ovog rada bio utvrditi status kvalitete kosti u populaciji mladih u dobi od 20 do 30 godina, postoji li razlika u gustoći i mineraliziranosti kostiju među skupinama diferenciranim prema spolu, nivou tjelesne aktivnosti, prehrambenim navikama, te mogući utjecaj spomenutih čimbenika na denzitometrijske rezultate i koncentracije biljega koštanog metabolizma u krvi. Pokazano je ranijim istraživanjima da vježbe snage pozitivno djeluju na metabolizam kosti i doprinose povećanju BMD, te se stoga i koriste kako u prevenciji, tako i u terapiji oboljenja kao što je osteoporozna. S druge strane aerobni trening nije u tolikoj mjeri istražen, a rezultati iz literature vrlo su raznoliki, te je stoga u ovom radu istražen upravo utjecaj aerobnog treninga u trajanju osam tjedana na proces pregradnje, te ima li razlike u intenzitetu pregradnje među skupinama formiranim po spolu, tjelesnoj aktivnosti, različitoj prehrani. Istraživanje se sastojalo od presječne studije u kojoj su sakupljeni podaci o prehrani, tjelesnoj aktivnosti i navikama ispitanika upitnicima, podaci o sastavu tjelesne mase dobiveni mjerenjem metodom bioimpedancije, denzitometrijska mjerenja gustoće i mineralnog sadržaja kosti u tri točke koje obuhvataju kukove i lumbalni dio kralježnice, te rezultati biokemijskih biljega koštane pregradnje iz krvi. U ovom dijelu sudjelovalo je 47 ispitanika, od čega 21 muškarac i 26 žena. Astrandovim testom određen im je  $VO_2max$ , na osnovu čega su raspodijeljeni u grupe prema nivou kondicije, pa su uspoređeni rezultati koji govore o stanju kosti i među ovim grupama. Rezultati denzitometrijskih mjerenja i biokemijski biljezi korelirani su sa unosom nutrijenata dobivenim iz upitnika o prehrambenim navikama, sa nivoom tjelesne aktivnosti i nivoom kondicije, te sa sastavom tjelesne mase procijenjenom na osnov BIA (analiza bioelektričnom impedancijom). Drugi dio istraživanja bila je prospektivna studija u kojoj je sudjelovalo 26 ispitanika iz presječnog istraživanja, koji su se dragovoljno prijavili za sudjelovanje (11 muškaraca i 15 žena). Ispitanici su imali aerobni trening intenzitetom

prilagođen njihovom nivou kondicije, tri puta tjedno po 1 sat, u trajanju 8 tjedana. Nakon osam tjedana ponovo su im napravljena denzitometrijska mjerenja, Astrandov test radi provjere efikasnosti treninga, određivanje sastava tjelesne mase bioimpedancijom, te su dali uzorak krvi za analizu biljega koštane pregradnje. Rezultati pokazuju da u uzorku prevladavaju tjelesno neaktivni i umjereno aktivni, sa prehrambenim navikama takvima da je unos nutrijenata bitnih za metabolizam kosti uglavnom u granicama preporučenih vrijednosti, sa lošom ili osrednjom kondicijom, dok je gustoća i mineraliziranost kostiju uglavnom u normalnim granicama, ali postoje i slučajevi osteopenije, koji se ne očekuju u uzorku mladih zdravih ljudi. Razlike u rezultatima denzitometrijskih mjerenja po spolu statistički su značajne za BMC (mineralni sadržaj kosti) u sve tri mjerene točke, te za DF(dual femur) BMD (gustoća kosti), dok se T-score rezultati, te BMD za neck mean i L1-L4 kralježnicu ne razlikuju statistički značajno. Što se tiče razlike u koncentracijama biokemijskih pokazatelja pregradnje, jedina statistički značajna razlika među spolovima jest u koncentraciji PICP (C-terminalni peptid kolagen tipa I), koji kod žena ima veću koncentraciju nego kod muškaraca. Kada su uspoređeni rezultati gustoće, te mineralizacije kosti za grupe formirane po nivou tjelesne aktivnosti nisu nađene statistički značajne razlike među grupama niti za jedan rezultat denzitometrijskih mjerenja. Usporedbom koncentracija biokemijskih pokazatelja nađena je jedino razlika u koncentracijama osteokalcina, sa najvećim vrijednostima u skupini umjerene tjelesne aktivnosti. Razlike u rezultatima denzitometrijskih mjerenja među grupama formiranim po stupnju kondicijske spremne ispitanika statistički su značajne za točke mjerenja u kuku (neck mean i dual femur total mean), dok za DXA rezultate u L1-L4 lumbalnom dijelu kralježnice razlike nisu statistički značajne. Koncentracije određenih biokemijskih parametara ne razlikuju se značajno po ovim skupinama. Klaster analizom ispitanici su podijeljeni u grupe koje se razlikuju po unosu namirnica, odnosno prehrani, i to najviše po unosu mlijeka i mliječnih proizvoda, mesa, voća i povrća te žitarica. Ispitivanjem razlika u rezultatima denzitometrije među ovim grupama nije nađena statistička značajnost niti za jedan rezultat denzitometrijskih mjerenja. Ista situacija je sa koncentracijama biokemijskih parametara. Ispitivanjem korelacije BMD i BMC sa unosom nutrijenata nađeno je više statistički značajnih koeficijenata korelacije. Uglavnom sa rezultatima DXA mjerenja koreliraju unos energije, unos kolesterola, mononezasićenih masnih kiselina, masnoće ukupno, ugljikohidrati, proteini, jod, niacin, dušik, fosfor, selen, natrij, vitamini B skupine, vitamin D, te cink. Multiplom regresijom su utvrđeni nezavisni

prediktori rezultata denzitometrije među različitim nutrijentima koji koreliraju s rezultatima DXA mjerenja. Za gotovo sve rezultate nezavisni prediktor sa pozitivnim koeficijentom je unos vitamina D. Za većinu rezultata nezavisni prediktor sa pozitivnim koeficijentom je selen. Još se među nezavisnim pretkazateljima rezultata denzitometrijskih mjerenja pojavljuju vitamin B<sub>1</sub>, unos energije, te zasićene masne kiseline sa pozitivnim koeficijentom, a unos proteina sa negativnim koeficijentom. Što se tiče povezanosti unosa hranjivih tvari sa biokemijskim biljezima koštane pregradnje korelaciju sa nekim nutrijentima pokazuje jedino koncentracija osteoprotegerina, ali niti jedan od nutrijenata koji korelira sa ovom koncentracijom nije multiplom regresijom utvrđen kao značajan prediktor koncentracije OPG (osteoprotegerina). Slični rezultati dobiveni su koreliranjem biokemijskih biljega sa rezultatima DXA mjerenja; jedino OPG pokazuje pozitivnu korelaciju sa rezultatima mjerenja gustoće i mineraliziranosti kosti. Rezultati antropometrijskih mjerenja koreliraju sa rezultatima denzitometrije i to visina i masa, te LBM (masa bezmasnog tkiva) i SLM (masa mišićnog tkiva) i TEE (ukupan utrošak energije) procijenjen BIA mjerenjima impedance tijela pokazuju pozitivnu korelaciju sa svim rezultatima denzitometrijskih mjerenja, dok BMI (indeks tjelesne mase) i WHR (omjer opsega struka i bokova) pokazuju korelaciju sa gustoćom i mineralnim sadržajem u lumbalnom dijelu kralježnice. Sadržaj minerala u tijelu određen BIA mjerenjima očekivano korelira sa BMC u sve tri točke mjerenja DXA metodom. Osam tjedana vježbanja povećalo je VO<sub>2</sub>max, te kondiciju ispitanika učinilo boljom. Gustoća i mineralizacija kosti u mjerenim točkama nisu se statistički značajno promijenile, a podaci o promjeni koncentracija biokemijskih biljega koštane pregradnje govore o intenzivnom procesu pregradnje, u kojem je došlo do značajnog porasta koncentracije kako biljega izgradnje osteokalcina, tako i biljega razgradnje piridinolina. Zabilježen je i porast koncentracije RANKL (receptor aktivator nuklearnog κB liganda), dok je konc OPG bez statistički značajne promjene. Kada su ispitane razlike u promjenama koncentracija biokemijskih pokazatelja među grupama različitim po spolu, nivou tjelesne aktivnosti i kondiciji nađena je razlika samo za piridinolin za različite spolove, dok promjena koncentracije ostalih parametara nije ovisila o spolu, niti o tjelesnoj aktivnosti i kondiciji na početku studije. Iz svega je razvidno da je aerobni trening djelovao poticajno na metabolizam kosti ispitanog uzorka. Ovim istraživanjem postavljen je temelj za neka nova koja će dati odgovore na pitanja koja nastaju iz ovih rezultata.

## SUMMARY

---

Bones are very metabolically active organ. Most of these activities are in period of childhood and young adult age, when the growth is in progress, until man reaches twenties, time of peak bone mass, when the bones are biggest and with best mechanical properties. Besides the genetic predispositions, some external factors influence the bone quality, such as feeding and physical activity. As society develops, habits change, habit of movement, and exercising, and habits in feeding, and intake of nutrients. These changes influence health in general, and health of bones. That is the reason why one of goals of this study was to investigate the bone density status of young people aged 20 to 30, and if there were differences in bone density between groups differenced by sex, or by level of physical activity, food intake patterns and possible influence of these factors to results of densitometry and biochemical markers of bone remodeling. It was evidenced in literature that strength training have positive influence to bone metabolism, so they are commonly used in prevention and therapy of conditions and disease like osteoporosis. On the other hand, aerobic training is not explored as much, and results presented in literature are very different among different researchers, so in this study we decided to investigate the influence of eight weeks of aerobic training to bone remodeling, and differences in intensity of remodeling for groups differenced by sex, physical activity level, food intake patterns. The study involved cross-sectional study that collected informations about food intake patterns, levels of physical activity and habits of subjects by questionnaires, body composition by bioelectric impedance analysis measurements, bone density and bone mineral content results of dual x-ray absorptiometry analysis (DXA), and concentrations of biochemical markers of bone metabolism in the serum. This part of investigation involved 47 subjects; 21 male and 26 female subjects.  $VO_2$ max was determined by Astrand test. Based on these results subjects were grouped in groups of similar level of physical fitness, so the groups differenced by this parameter were compared for results of densitometry. Results of densitometric measurements and concentrations of biochemical markers of bone remodeling were correlated to nutrients intake and physical activity obtained by questionnaires, and to physical fitness and results of body composition analysis as well. The other part of study was prospective investigation which involved 26 subjects (11 males and 15 females). They took 8-weeks of aerobic training 3-times per week, for 1 hour per training

session appropriate to their physical fitness level. After eight weeks of training they were measured again for bone density, body composition analysis, and biochemical markers of bone remodeling in serum. Astrand test was performed for confirmation of effectiveness of training. Obtained results showed that in this sample subjects were sedentary, or moderately active with poor physical fitness. Intake of nutrients important for bone health is within recommended levels. Bone mineral density and bone mineral content were mostly in normal level, but some subjects results were suggesting osteopenic bones, although it is not expected in population. Sexes differ by bone mineral content in all measured sites, and by density dual femur mean, while there were no differences in T-scores and density in lumbar spine and total neck mean. As for differences in concentration of biochemical markers of bone metabolism between sexes, only difference was for concentration of PICP (C-terminal peptide collagen type I), which was higher in females than in males. When compared for differences in bone density and bone mineral content between groups that differ in level of physical activity no differences were found, and for biochemical markers only differences were found for OC (osteocalcin), with highest levels in group of moderately active subjects. Differences of densitometric measurement results for groups different by level of fitness showed statistical significance only for measurements in hips, and not for measurements in lumbar spine. There were no difference between results of concentration of biochemical markers for these groups. Cluster analysis was used to form clusters by intake of nutrients and food types, mostly by milk and dairy meat, fruit and vegetables and cereals. There were no differences between clusters for results of densitometry and biochemical markers of bone remodeling. Correlation was found for several food types and nutrients intake versus results of densitometry. Most results of DXA measurements correlate to energy intake, cholesterol, monounsaturated fatty acids, fat intake in general, carbohydrates proteins, iodine, niacin, nitrogen, phosphorus, selenium, sodium, vitamins of B complex, vitamin D and Zinc. Multiple regression was used to establish independent predictors for results of DXA measurements. For almost all results independent predictor is vitamin D as expected. For majority of results predictor is Selenium. Some of predictors are also vitamin B<sub>1</sub>, energy intake and fatty acids with positive coefficient, and protein intake with negative coefficient. Biochemical markers showed no correlations to nutrients intake, except for the osteoprotegerin, which correlates to some nutrients, but multiple regression showed no independent predictors for concentration of osteoprotegerin among nutrients. Similar

results were found in correlations of biochemical markers to DXA results, only OPG positively correlates to results of DXA measurements. Results of anthropometric measurements correlate to results of bone density and mineralization measurements; so height, weight, LBM (lean body mass), SLM (soft lean body mass), TEE (total energy expenditure) that were measured by BIA (bioelectric impedance analysis) correlate positively to all of DXA measurements, while BMI (body mass index) and WHR (waist to hip ratio) correlate to bone density and mineral content in lumbar spine. Mineral content of body measured by BIA correlates, as expected, to bone mineral content in all measured sites. Eight weeks of aerobic training improved physical fitness of subjects, since their  $VO_2$ max improved. Bone density and mineral content did not change statistically significant, but changes in biochemical markers levels showed intensive change in remodeling process. After exercising for eight weeks concentration of osteocalcin was higher, and the same change was spotted for pyridinolin. RANKL (receptor activator nuclear  $\kappa$ B ligand) also had higher concentration, while there was no change in osteoprotegerin concentration. The changes of concentration of biochemical markers did not differ for groups different by sex, level of physical activity or physical fitness, except for pyridinolin, where difference was found for sexes, with bigger change for females than males. From all presented results conclusion can be withdrawn that aerobic training intensified remodeling process. This investigation sets basic grounds for next investigations that will answer the questions arisen from here presented results.

# PRILOZI

---

## **PRILOG 1**

### **INFORMACIJA ISPITANICIMA**

Poštovani,

svojim potpisom pristali ste sudjelovati u istraživanju **“Metabolizam kosti u populaciji mladih od 20-30 godina: utjecaj stila života i tjelesne aktivnosti”**.

Cilj istraživanja je odrediti kako način i stil života, prehrambene navike i nivo tjelesne aktivnosti utječu na metabolizam kosti u populaciji mladih zdravih ljudi. S obzirom na to da gustoća kostiju dostiže najveće vrijednosti u ranim dvadesetim , ovo su godine kada je stil i način života vrlo važan radi postizanja maksimalne gustoće kostiju, a u cilju sprječavanja osteoporoze u starosti. Dokazano je da aktivno bavljenje sportom doprinosi povećanju gustoće kostiju, ali nije poznato u kojoj mjeri kratkotrajni intenzivni trening može pokrenuti parametre koštane pregradnje i doprinijeti povećanju koštane mase u ciljanoj populaciji.

Istraživanje se sastoji iz dva dijela: presječno istraživanje na većem uzorku kojim će se utvrditi nivo aktivnosti i prehrambene navike ciljane populacije, te u kojoj mjeri su ovi čimbenici povezani sa stanjem kosti, i prospektivno istraživanje na manjem uzorku koje bi trebalo odgovoriti u kojoj mjeri kratki intenzivni trening može potaći pregradnju kosti.

U studiju će biti uključene zdrave žene i muškarci u dobi između 20 i 30 godina. U studiju neće biti uključene osobe koje u svojoj povijesti bolesti imaju povišen krvni tlak, bolesti srca, dijabetes, hiperlipidemiju i bolesti bubrega. Također, isključni faktor će biti uzimanje lijekova ili nadomjestaka (vitaminskih ili hormonalnih) prije ili za vrijeme studije koji mogu utjecati na metabolizam kosti.

Ispitanicima će biti uzet uzorak venske krvi u svrhu određivanja biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma. Odrediti će se gustoća kostiju denzitometrijom, te  $VO_2$ max Astrandovim testom, čime će se provjeriti stanje kondicije ispitanika. Denzitometrija je neinvazivna metoda kojom se pomoću minimalne količine x-zraka dobijaju informacije o gustoći kosti. Astrandov test izvodi se na taj način da se mjeri vrijeme trčanja na pokretnoj traci uz stalno povećanje brzine do granice izdržljivosti.

Svi ispitanici će popuniti upitnik koji se sastoji od tri dijela: opći dio s podacima o spolu, godinama, podaci o pušačkom stažu i intenzitetu, o eventualnim bolestima i terapijama u period 6 mjeseci prije sudjelovanja u studiji, drugi dio o učestalosti uporabe namirnica u svakodnevnoj prehrani, te u trećem dijelu međunarodni upitnik tjelesne aktivnosti. Također će

se svim ispitanicima izmjeriti visina, te masa na segmentalnom analizatoru tjelesne mase radi određivanja sastava tjelesne mase (postotak masnog i mišićnog tkiva, njihova distribucija po tijelu, te sadržaj minerala u tijelu).

Dio ispitanika koji bude želio sudjelovati u prospektivnom dijelu istraživanja tijekom 8 tjedana vježbat će aerobne vježbe 3 puta tjedno u trajanju 1 h, a zatim će se ponoviti sva mjerenja osim upitnika.

Svi podatci dobiveni testiranjem su tajni te će prilikom obrade podataka biti vezani uz šifre pojedinih ispitanika i niti jedan objavljeni podatak neće otkriti identitet ispitanika. Svaki ispitanik ima pravo tražiti na uvid rezultate testiranja te će mu u tom slučaju biti predočeni.

Sudjelovanje u istraživanju je dobrovoljno i ukoliko se odlučite odustati u bilo koje vrijeme i bez posebnog obrazloženja nećete imati zapreka.



## **PRILOG 2**

### **INFORMIRANI PRISTANAK**

Na Katedri za fiziologiju i imunologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku provodi se istraživanje “**Metabolizam kosti u populaciji mladih 20-30 god: utjecaj stila života i tjelesne aktivnosti**”.

Na ovaj način Vas želimo upoznati s istraživanjem kako biste, ukoliko pristanete sudjelovati, bili upoznati s detaljima.

Cilj istraživanja je odrediti kako način i stil života, prehrambene navike i nivo tjelesne aktivnosti utječu na metabolizam kosti u populaciji mladih zdravih ljudi. S obzirom na to da gustoća kostiju dostiže najveće vrijednosti u ranim dvadesetim , ovo su godine kada je stil i način života vrlo važan radi postizanja maksimalne gustoće kostiju, a u cilju sprječavanja osteoporoze u starosti. Dokazano je da konstantno bavljenje sportom i aktivan način života doprinose povećanju gustoće kostiju, ali nije poznato u kojoj mjeri kratkotrajni intenzivni trening može pokrenuti parametre koštane pregradnje i doprinijeti povećanju koštane mase u ciljanoj populaciji.

Istraživanje se sastoji iz dva dijela: presječno istraživanje na većem uzorku kojim će se utvrditi nivo aktivnosti i prehrambene navike ciljane populacije, te u kojoj mjeri su ovi čimbenici povezani sa stanjem kosti, i prospektivno istraživanje na manjem uzorku koje bi trebalo odgovoriti u kojoj mjeri kratki intenzivni trening može potaći pregradnju kosti.

U studiju će biti uključene zdrave žene i muškarci u dobi između 20 i 30 godina. U studiju neće biti uključene osobe koje u svojoj povijesti bolesti imaju povišen krvni tlak, bolesti srca, dijabetes, hiperlipidemiju i bolesti bubrega. Također, isključni faktor će biti uzimanje lijekova ili nadomjestaka (vitaminskih ili hormonalnih) prije ili za vrijeme studije koji mogu utjecati na metabolizam kosti.

Ispitanicima će biti uzet uzorak venske krvi u svrhu određivanja biokemijskih pokazatelja koštanog metabolizma. Odrediti će se gustoća kostiju denzitometrijom, te  $VO_2$ max Astrandovim testom, čime će se provjeriti stanje kondicije ispitanika. Denzitometrija je neinvazivna metoda kojom se pomoću minimalne količine x-zraka dobijaju informacije o gustoći kosti. Astrandov test izvodi se na taj način da se mjeri vrijeme trčanja na pokretnoj traci uz stalno povećanje brzine do granice izdržljivosti.

Svi ispitanici će popuniti upitnik koji se sastoji od tri dijela: opći dio s podacima o spolu, godinama, podaci o pušačkom stažu i intenzitetu, o eventualnim bolestima i terapijama u period 6 mjeseci prije sudjelovanja u studiji, drugi dio o učestalosti uporabe namirnica u svakodnevnoj prehrani, te u trećem dijelu međunarodni upitnik tjelesne aktivnosti. Također će se svim ispitanicima izmjeriti visina, te masa na segmentalnom analizatoru tjelesne mase radi određivanja sastava tjelesne mase (postotak masnog i mišićnog tkiva, njihova distribucija po tijelu, te sadržaj minerala u tijelu).

Dio ispitanika koji bude želio sudjelovati u prospektivnom dijelu istraživanja tijekom 8 tjedana vježbat će aerobne vježbe 3 puta tjedno u trajanju 1 h, a zatim će se ponoviti sva mjerenja osim upitnika.

Svi podaci dobiveni testiranjem su tajni te će prilikom obrade podataka biti vezani uz šifre pojedinih ispitanika i niti jedan objavljeni podatak neće otkriti identitet ispitanika. Svaki ispitanik ima pravo tražiti na uvid rezultate testiranja te će mu u tom slučaju biti predloženi.

Sudjelovanje u istraživanju je dobrovoljno i ukoliko se odlučite odustati u bilo koje vrijeme i bez posebnog obrazloženja nećete imati zapreka.

Ovim izjavljujem da sam u potpunosti upoznat/a s detaljima istraživanja. Na sva moja pitanja je odgovoreno i u potpunosti sam razumio odgovore.

Potvrđujem da sam voljan sudjelovati u istraživanju.

---

Ime ispitanika

---

Potpis ispitanika

### **PRILOG 3**

1. Inicijali \_\_\_\_\_

2. Godina rođenja: \_\_\_\_\_

3. Spol                    M                    Ž

4. Bračno stanje:

- neoženjen/neudana
- oženjen/udana
- razveden/a
- udovac/ica

5. Broj djece: \_\_\_\_\_

6. Pušite li                DA                NE

7. Ako je Vaš odgovor DA: koliko cigareta pušite na dan?

- Manje od 10
- Od 10 do 20
- Više od 20

8. Konzumirate li alkohol                DA                NE

9. Ako je Vaš odgovor DA: koliko često?

- Manje od jednom mjesečno
- 1-3 puta mjesečno
- Jednom tjedno
- 2-4 puta tjedno
- 5-6 puta tjedno
- Jednom dnevno
- 2-3 puta dnevno
- Više od 3 puta dnevno

10. Bolujete li od neke kronične bolesti?    DA                NE

11. Ako je Vaš odgovor DA, o kojoj se bolesti radi: \_\_\_\_\_

12. Da li redovito uzimate neke lijekove?    DA                NE

13. Ako je Vaš odgovor DA, molimo navedite koje \_\_\_\_\_

**Ako ste ŽENSKOG SPOLA molimo odgovorite na slijedeća pitanja**

14. Da li imate redovite menstrualne cikluse?

15. Koliko obično traje Vaš ciklus (od prvog dana krvarenja do slijedećeg prvog dana krvarenja)?

- Manje od 20 dana
- Između 20 i 35 dana
- Više od 35 dana

16. Da li ste u posljednjih 6 mjeseci imali bilo kakvih poremećaja ili problema sa menstrualnim ciklusom (npr. promjena duljine ciklusa, izostanak ciklusa ili slično)?

17. Da li ste u posljednjih 6 mjeseci uzimali hormonske preparate (npr. kontracepcijske pilule)?

DA NE

18. Datum početka zadnje menstruacije \_\_\_\_\_

19. Datum uzimanja uzorka \_\_\_\_\_

## PRILOG 4

# UPITNIK O UČESTALOSTI UPORABE NAMIRNICA

U ovom upitniku se traže neki podaci o Vama,  
osobito o onome što jedete.

Molimo odgovorite na **svako** pitanje. Ako niste sigurni kako odgovoriti na neko pitanje, molimo ne ostavljajte polja prazna, već odgovorite najbolje što možete.

### 1. VAŠA ISHRANA TIJEKOM PROŠLE GODINE

Za svaku namirnicu prikazana je količina, bilo „srednja porcija“ ili uobičajena jedinica mjere u kućanstvu poput kriške ili žličice. Molimo stavite kvačicu (✓) u odgovarajuće polje kako biste označili koliko ste često, **u prosjeku**, konzumirali točno navedenu količinu svake namirnice **tijekom prošle godine**.

#### PRIMJERI:

Za bijeli kruh količina je jedna kriška, te ako ste jeli 4 ili 5 kriška dnevno, stavite kvačicu u stupac na čijem vrhu piše „4-5 dnevno“.

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
	Nijednom ili manje od jednom	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
KRUH I SLANA PECIVA (jedna kriška ili komad)									

	mjesečno								
Bijeli kruh i kifle								√	

Za pomfrit je količina „srednja porcija“, te ukoliko ste konzumirali porciju pomfrita dva puta tjedno, trebali biste staviti kvačicu u stupac na čijem vrhu piše „2-4 tjedno“.

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
KRUMPIR, RIŽA I TJESTENINA (srednja porcija)									
Pomfrit				√					

Za svo sezonsko voće poput jagoda i malina trebali biste procijeniti svoju prosječnu potrošnju tog voća tijekom sezone, te ukoliko ste jeli jagode ili maline oko jednom tjedno tijekom sezone, stavite kvačicu u stupac na čijem vrhu piše „jednom tjedno“.

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
VOĆE (1 komad ili srednja porcija)									
Jagode, maline, kivi			√						

**Molimo procjenite svoju prosječnu upotrebu namirnica najbolje što možete i odgovorite na svako pitanje – ne ostavljajte nijedan red prazan. MOLIMO STAVITE KVAČICU (√) U SVAKI RED.**

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
MESO I RIBA (srednja porcija)									
Govedina: pečena, odrezak, mljevena, gulaš ili složenac									
Pljeskavice od govedine									
Svinjetina: pečena, kotleti, paprikaš ili odresci									
Janjetina: pečena, kotleti ili paprikaš									
Piletina ili druga perad npr. puretina									
Slanina									
Šunka									
Konzervirana govedina ili svinjetina (šunka), mesni naresci									
Kobasice i salame									
Slane pite npr. s mesom, svinjetinom, kobasice/hrenovke u tijestu									
Jetrica, jetrena pašteta									
Panirana riba, poput tradicionalne britanske ribe s pomfritom									
Riblji štapići/fileti, slane torte/pite s ribom									
Ostala bijela riba, svježa ili zamrznuta, npr. bakalar, koljak, list, velika ploča									
Plava riba, svježa ili konzervirana, npr.									

skuša, <i>usoljena dimljena haringa</i> , tuna, losos, srdela, <i>haringa</i>									
Školjke i rakovi, npr. kozice, dagnje									
Riblja ikra, kavijar									

**MOLIMO PROVJERITE JESTE LI STAVILI KVAČICU (✓) U SVAKI RED.**

**MOLIMO STAVITE KVAČICU (✓) U SVAKI RED.**

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
<b>KRUH I SLANA PECIVA</b> (1 kriška ili komad)									
Bijeli kruh i kifle									
Crni kruh i kifle									
Integralni kruh i kifle									
Krekeri s vrhnjem, keksi sa sirom									
Dvopek									
<b>ŽITARICE</b> (jedna zdjela ili tanjur)									
Zobena/Ovsena kaša									
Uobičajene žitarice za doručak, poput kukuruznih pahuljica, mussels itd.									
<b>KRUMPIR, RIŽA I TJESTENINE</b> (srednja porcija)									
Kuhani, pire, instant ili krumpir pečen u ljusci									
Pomfrit									
Pečeni krumpir									
Salata od krumpira									
Bijela riža									
Integralna riža									



Bijela ili zelena tjestenina, npr. špageti, makaroni, rezanci									
Integralna tjestenina									
Lazanje, musaka									
Pica									
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno

**MOLIMO PROVJERITE JESTE LI STAVILI KVAČICU (✓) U SVAKI RED.**

**MOLIMO STAVITE KVAČICU (√) U SVAKI RED.**

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
MLIJEČNI PROIZVODI I MASTI	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
Niskomasno kiselo vrhnje (žlica)									
Punomasno kiselo vrhnje, domaći kajmak (žlica)									
Niskomasni jogurt, niskomasni krem sir (pakiranje od 125g)									
Punomasni ili grčki jogurt (pakiranje od 125g)									
Mliječni deserti (pakiranje od 125g)									
Sir, npr. cheddar, brie, edamer (srednja porcija)									
Sitni sir, niskomasni mekani/mladi sir (srednja porcija)									
Jaja kao kuhana, pržena, kajgana itd. (jedno)									
Quiche =slana pita sa sirom i jajima/razne slane pite									
Niskokalorično, niskomasno vrhnje za salatu (žlica)									
Vrhnje za salatu, majonez (žlica)									
French dressing=klasičan preljev za salatu (Ulje i ocat) (žlica)									
Ostali preljevi za salate (žlica)									
Sljedeće s kruhom ili povrćem									
Maslac (žličica)									

<i>Tvrđi/Stolni margarin za kolače, npr. Zvijezda, (žličica)</i>									
Polinezasićeni margarin (u kutiji), npr. Zvijezda, suncokretov (žličica)									
Ostale vrste margarina za mazanje, mliječni namazi (u kutiji), npr. Omegol, ABC sir (žličica)									
Niskomasni namazi (u kutiji), (žličica)									
Namazi s veoma niskim udjelom masti (u kutiji) (žličica)									

**MOLIMO PROVJERITE JESTE LI STAVILI KVAČICU (✓) U SVAKI RED.**

**MOLIMO STAVITE KVAČICU (✓) U SVAKI RED.**

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
SLATKIŠI I GRICKALICE (srednja porcija)									
Slatki keksi, čokoladni, npr. čajni kolutići (1 kom.)									
Slatki keksi, obični, npr. s kokosom, đumbirom (1 kom.)									
Kolači, npr. voćni, s biskvitom, domaći									
Kolači, npr. voćni, s biskvitom, gotovi/kupovni									
Slatko pecivo i tijesto, npr. pogačice, uštipci, domaće									
Slatko pecivo i tijesto, npr. kroasani, krafne, gotovo									
Voćne pite, tortice, domaće									

Voćne pite, tortice, gotove									
Puding, domaći									
Puding, gotov									
Mliječne kreme, npr. mlijeko s rižom, krema od jaja(za krempite), trifle=voćni kolač sa sladoledom									
Sladoledi sa/bez preljeva,									
Čokolade, praline									
Čokoladice, npr. Mars, Crunchie									
Bomboni, karamele, bomboni s metvicom									
Šećer dodat čaju, kavi, žitaricama (žličica)									
Čips ili dr. grickalice, npr. Flipsi									
Kikiriki ili dr. jezgričavi plodovi									
<b>JUHE, UMACI I NAMAZI</b>									
Juhe s povrćem (zdjela)									
Juhe s mesom (zdjela)									
Umaci, npr. bešamel, umak sa sirom, umak od pečenke (žlica)									
Kečap (žlica)									
Pikantni gusti umaci od voća i povrća (žlica)									
Ostali slani namazi (žlica)									
Džem, marmelada, med (žličica)									
Maslac od kikirikija (žličica)									
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno

**MOLIMO PROVJERITE JESTE LI STAVILI KVAČICU (√) U SVAKI RED.**

**MOLIMO STAVITE KVAČICU (√) U SVAKI RED.**

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
PIĆA	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
Čaj (šalica)									
Kava, instant ili mljevena (šalica)									
Kava bez kofeina (šalica)									
Bjelilo za kavu(mlijeko u prahu koje se dodaje u kavu) (žličica)									
Kakao, topla čokolada (šalica)									
Instant napitci na bazi slada, npr (šalica)									
Vino (čaša)									
Pivo, lako/svijetlo pivo= <i>lager</i> ili jabukovača (rakija)/jabukovo vino/sok= <i>cider</i> (0,33l)									
Vino, šeri, vermut, liker (čaša)									
Alkoholna pića, npr. džin, vinjak, viski, votka (1 čašica)									
Niskokalorična ili dijetna gazirana bezalkoholna pića (čaša)									
Ostala (ne)gazirana bezalkoholna pića, npr. Coca cola, limunada (čaša)									
Čisti voćni sok (100%) npr. od									

naranče ili jabuke (čaša)									
Voćni sok ili sirup (čaša)									
<b>VOĆE</b>									
Za sezonsko voće označeno *, molimo procjenite svoj prosječni unos tijekom sezone									
Jabuke (1 komad)									
Kruške (1 komad)									
Naranče, mandarine (1 komad)									
Grejpfrut (pola)									
Banane (1 komad)									
Grožđe (srednja porcija)									
Dinja (1 kriška)									
*Breskve, šljive, marelice(1 komad)									
*Jagode, maline, kivi (srednja porcija)									
Konzervirano voće (srednja porcija)									
Suho voće, npr. groždice, šljive (srednja porcija)									
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno

**MOLIMO PROVJERITE JESTE LI STAVILI KVAČICU (√) U SVAKI RED.**

**MOLIMO STAVITE KVAČICU (√) U SVAKI RED.**

NAMIRNICE I KOLIČINA	PROSJEČNA UPORABA PROŠLE GODINE								
<b>POVRĆE</b> Svježe, smrznuto ili konzervirano (srednja porcija)	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno
Mrkva									

Špinat									
Brokoli, kelj									
Prokulica									
Kupus									
Grašak									
Mahune, bob, grah									
Buče, tikvice									
Cvjetača									
Paštrnak, repa									
Poriluk									
Crni luk									
Češnjak									
Gljive									
Slatka paprika									
klice mahunarki									
Zelena salata, krastavac, celer									
Potočarka									
Rajčica									
Kukuruz šećerac									
Cikla									
Kupus salata									
Avokado									
Konzervirani grah u umaku od rajčice									
Suha leća, mahunarke									
Tofu(sir od soje), soja, sojine ljuspice, vegetarijanska pljeskavica									
	Nijednom ili manje od jednom mjesečno	1-3 mjesečno	Jednom tjedno	2-4 tjedno	5-6 tjedno	Jednom dnevno	2-3 dnevno	4-5 dnevno	6 ili više dnevno

**MOLIMO PROVJERITE JESTE LI STAVILI KVAČICU (✓) U SVAKI RED.**

## VAŠA ISHRANA TIJEKOM PROŠLE GODINE, nastavak

2. Postoje li još neke (**nenavedene**) namirnice koje ste konzumirali više od jednom tjedno? Da Ne

Ukoliko postoje, molimo navedite ih u tabeli ispod.

Namirnica	Uobičajena veličina porcije	Koliko puta ste je konzumirali tjedno

3. Koju vrstu mlijeka ste najčešće konzumirali? **Izaberite samo 1 odgovor.**

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| Punomasno                       | Djelomično obrano            |
| Obrano                          | Mlijeko s dodatim vitaminima |
| U prahu                         | Sojino                       |
| Neko drugo, navedite koje _____ | Nijedno                      |

4. Koliko ste mlijeka dnevno pili, uključujući i mlijeko u čaju, kavi, žitaricama itd.?

- |            |              |
|------------|--------------|
| Ništa      | Oko 4 dl     |
| Oko 1,5 dl | Oko 0,5l     |
| Oko 3dl    | Više od 0,5l |

5. Da li ste obično jeli žitarice za doručak (ne računajući slatku zobenu kašu i slične gotove obroke/Čokolino? pomenute prije)?

Da Ne

**Ako jeste**, koju ste vrstu i marku žitarica, uključujući musli, obično jeli?

**Navedite 1 ili 2 vrste najčešće korištenih.**

Marka/Proizvođač npr. Fun&Fit	Vrsta npr. kukuruzne pahuljice

6. Kakve masnoće ste najčešće koristili za prženje, pečenje u pećnici, na roštilju itd.? **Izaberite samo 1 odgovor.**

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| Maslac                        | Biljna mast (čvrsta) |
| Svinjska mast/mast od pečenja | Margarin             |
| Biljno ulje                   | Nikakve              |



**Ako ste koristili biljno ulje,** molimo navedite vrstu npr. kukuruzno, suncokretovo.

---

7. Kakve masnoće ste najčešće koristili za pečenje kolača i sl.? **Izaberite samo 1 odgovor.**

Maslac	Biljna mast (čvrsta)
Svinjska mast/mast od pečenja	Margarin
Biljno ulje	Nikakve

**Ako ste koristili margarin,** molimo navedite vrstu npr. Zvijezda, Omegol.

---

8. Koliko često ste jeli hranu koja je bila pržena kod kuće?

Svakodnevno	1-3 puta tjedno
4-6 puta tjedno	Manje od jednom tjedno
Nikada	

9. Koliko često ste jeli hranu koja je bila pržena van kuće?

Svakodnevno	1-3 puta tjedno
4-6 puta tjedno	Manje od jednom tjedno
Nikada	

10. Šta ste radili s vidljivom masnoćom na mesu?

Pojeli većinu	Pojeli što manje
Pojeli dio	Niste jeli meso

11. Koliko često ste jeli meso pečeno u pećnici ili na roštilju? \_\_\_\_\_ puta tjedno

12. Koliko dobro pečeno je bilo meso koje ste konzumirali iz pećnice ili sa roštilja?

Reš pečeno/tamno braon	Polu-pečeno/krvavo
Srednje pečeno	Niste jeli meso

13. Koliko često ste dodavali sol u hranu tijekom kuhanja?

Uvijek	Rijetko
Obično	Nikada
Ponekad	

14. Koliko često ste dodavali sol u bilo koju serviranu hranu?

Uvijek  
 Obično  
 Ponekad

Rijetko  
 Nikada

15. Jeste li redovito koristili zamjenu za sol? Da Ne  
**Ako jeste**, koju? \_\_\_\_\_

16. Tijekom prošle godine, u prosjeku, koliko puta tjedno ste jeli sljedeće namirnice?

Vrsta hrane	Puti / Tjedno	Veličina porcije
Povrće (ne uključujući krumpir)		Srednja porcija
Salate		Srednja porcija
Voće i voćne proizvode (ne uključujući voćne sokove)		Srednja porcija ili 1 voćka
Ribu i riblje proizvode		Srednja porcija
Meso, mesne proizvode i jela od mesa (uključujući slaninu, šunku i piletinu)		Srednja porcija

17. Jeste li uzimali ikakve vitamine, minerale, riblje ulje, vlakna ili neke druge dodatke ishrani tijekom protekle godine?

Da Ne Ne znam

**Ako jeste**, molimo popunite tabelu ispod. Ukoliko ste uzimali više od 5 vrsta dodataka ishrani, molimo navedite prvo one koje ste najčešće koristili.

Vitaminski dodaci	Prosječna učestalost									
	Stavite kvačicu u <b>jedno</b> polje u svakom redu da biste pokazali koliko često ste u prosjeku konzumirali dodatke									
Naziv i marka Molimo navedite pun naziv proizvoda, marku i jačinu	Doza Molimo navedite broj konzumiranih tableta, kapsula ili žličica	Nikada ili manje od jednom mjesečno	1-3 puta mjesečno	Jednom tjedno	2-4 puta tjedno	5-6 puta tjedno	Jednom dnevno	2-3 puta dnevno	4-5 puta dnevno	6 ili više puta dnevno


## **PRILOG 5**

### **MEĐUNARODNI UPITNIK TJELESNE AKTIVNOSTI**

Ovim upitnikom se ispituju vrste tjelesnih aktivnosti koje se provode kao dio svakodnevnog života. Kroz niz pitanja ćete odgovarati o količini vremena utrošenog u provođenje određenog tipa tjelesne aktivnosti u **zadnjih 7 dana**. Molimo da odgovorite na svako pitanje i u slučaju da se ne smatrate osobom koja je tjelesno aktivna. Molimo da se prisjetite svih aktivnosti koje provodite na poslu, u kući i oko kuće, u vrtu, na putu s jednog mjesta na drugo i u slobodnom vremenu za rekreaciju, vježbanje i sport.

Prisjetite se svih aktivnosti **visokog i umjerenog intenziteta** koje ste provodili u **zadnjih 7 dana**. Aktivnostima **visokog intenziteta** se smatraju tjelesne aktivnosti koje uzrokuju teški tjelesni napor i puno brže disanje od uobičajenog. Aktivnostima **umjerenog intenziteta** se smatraju aktivnosti koje uzrokuju umjereni tjelesni napor i nešto brže disanje od uobičajenog.

#### **1. DIO: TJELESNA AKTIVNOSTI NA POSLU**

Prvi dio upitnika se odnosi na Vaš **posao**. To uključuje stalni posao, ratarski i stočarski posao, honorarni posao te volonterski ili neki drugi neplaćeni posao koji obavljate **izvan Vaše kuće**, a ne uključuje neplaćeni rad koji obavljate u kući i oko kuće kao što su kućanski poslovi, rad u vrtu, briga za obitelj, itd.. Kućanski poslovi će se ispitivati u 3. dijelu upitnika.

1. Jeste li trenutno zaposleni ili obavljate bilo kakav neplaćeni posao izvan Vaše kuće?

Da

Ne

—————▶ **Prijeđi na 2. DIO:PRIJEVOZ/TRANSPORT**

Slijedi niz pitanja o svim tjelesnim aktivnostima koje ste provodili u **zadnjih 7 dana** kao dio plaćenog ili neplaćenog posla. Ova pitanja ne uključuju putovanje na posao i s posla.

2. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana provodili **visoko intenzivnu** tjelesnu aktivnost kao što su dizanje teških predmeta, kopanje i penjanje po stepenicama **u sklopu posla**? Prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta.

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti na poslu

—————▶ **Prijeđi na pitanje 4.**

3. U danima kada ste na poslu bili uključeni u tjelesne aktivnosti **visokog intenziteta**, koliko ste ih vremena po danu uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ **sati po danu**

\_\_\_\_\_ **minuta po danu**

4. Ponovno se prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom zadnjih 7 dana, koliko ste dana **na poslu** provodili tjelesnu aktivnost **umjerenog intenziteta** kao što je nošenje lakog tereta. Molimo, nemojte uključiti hodanje.

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti na poslu

—————▶ **Prijedi na pitanje 6.**

5. U danima kada ste na poslu bili uključeni u tjelesne aktivnosti **umjerenog intenziteta**, koliko ste ih vremena po danu uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ **sati po danu**

\_\_\_\_\_ **minuta po danu**

6. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana **u sklopu posla hodali** bez prekida najmanje 10 minuta? Molimo nemojte uključiti hodanje koje je dio putovanja na posao i s posla.

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam, u sklopu posla, hodao bez prekida duže od 10 minuta



**Prijedi na 2. DIO:  
PRIJEVOZ / TRANSPORT**

7. U danima kada u sklopu posla **hodali**, koliko ste vremena uobičajeno proveli **hodajući**?

\_\_\_\_\_ **sati po danu**

\_\_\_\_\_ **minuta po danu**

## **2. DIO: TJELESNA AKTIVNOST U PRIJEVOZU/TRANSPORTU**

Slijedi niz pitanja o načinu na koji ste putovali s jednog mjesta na drugo kao što su radno mjesto, dućan, kino, itd..

8. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste se dana **vozili motornim vozilom** kao što su vlak, autobus, automobil ili tramvaj?

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam se vozio motornim vozilom



**Prijedi na pitanje 10.**

9. U danima kada ste **se vozili** tramvajem, autobusom, automobilom ili nekom drugom vrstom motornog vozila, koliko ste vremena po danu uobičajeno proveli vozeći se?

\_\_\_\_\_ **sati po danu**

\_\_\_\_\_ minuta po danu

Prisjetite se vožnje **bicikla** i **hodanja** koje ste provodili isključivo u svrhu putovanja na radno mjesto, radi izvršavanja obaveza ili u svrhu putovanja s mjesta na mjesto!

10. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana vozili **bicikl** u **svrhu prijevoza** najmanje 10 minuta bez prekida?

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam vozio bicikl u svrhu prijevoza duže od 10 minuta ➔ **Prijeđi na pitanje 12.**

11. U danima kada ste koristili **bicikl** u svrhu prijevoza od mjesta do mjesta, koliko ste vremena po danu uobičajeno utrošili na vožnju?

\_\_\_\_\_ sati po danu

\_\_\_\_\_ minuta po danu

12. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana **hodali** najmanje 10 minuta bez prekida u **svrhu putovanja s mjesta na mjesto**?

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam hodao bez prekida ➔ **Prijeđi na 3. DIO: KUĆANSKI POSLOVI, ODRŽAVANJE KUĆE, BRIGA ZA OBITELJ**

13. U danima kada ste **hodate** u svrhu putovanja s mjesta na mjesto, koliko ste vremena uobičajeno utrošili na hodaње?

\_\_\_\_\_ sati po danu

\_\_\_\_\_ minuta po danu

### **3. DIO: KUĆANSKI POSLOVI, ODRŽAVANJE KUĆE I BRIGA ZA OBITELJ**

Slijedi niz pitanja o tjelesnim aktivnostima koje ste provodili u **zadnjih 7 dana** u i oko Vašeg doma, poput kućanskih poslova, vrtlarenja, poslova u dvorištu, poslova održavanja i brige za obitelj.

14. Prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom zadnjih 7 dana, koliko ste dana provodili tjelesnu aktivnost **visokog**

**intenziteta** kao što su npr. dizanje teškog tereta, cijepanje drva, čišćenje snijega i kopanje u **vrtu ili dvorištu**?

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti → **Prijeđi na pitanje 16.**

15. U danima kada ste bili uključeni u tjelesne aktivnosti **visokog intenziteta** u vrtu ili dvorištu, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ **sati po danu**

\_\_\_\_\_ **minuta po danu**

16. Ponovno se prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana provodili tjelesnu aktivnost **umjerenog intenziteta** kao što su npr. nošenje lakog tereta, metenje, pranje prozora, grabljanje i sl. u **vrtu ili dvorištu**.

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti u vrtu ili dvorištu → **Prijeđi na pitanje 18.**

17. U danima kada ste bili uključeni u tjelesne aktivnosti **umjerenog intenziteta** u vrtu ili dvorištu, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ **sati po danu**

\_\_\_\_\_ **minuta po danu**

18. Još jednom se prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana provodili tjelesnu aktivnost **umjerenog intenziteta** kao što su npr. nošenje lakog tereta, pranje prozora, ribanje podova i metenje u **unutrašnjosti Vašeg doma**?

\_\_\_\_\_ **dana u tjednu**

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti u kući → **Prijeđi na**  
**4. DIO:**  
**REKREACIJA, SPORT I**  
**TJELESNA**  
**AKTIVNOST**  
**U SLOBODNO**  
**VRIJEME**

19. U danima kada ste bili uključeni u tjelesne aktivnosti **umjerenog intenziteta** u unutrašnjosti Vašeg doma, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ sati po danu  
\_\_\_\_\_ minuta po danu

#### **4. DIO: REKREACIJA, SPORT I TJELESNA AKTIVNOST U SLOBODNO VRIJEME**

Slijedi niz pitanja o svim tjelesnim aktivnostima koje ste provodili u **zadnjih 7 dana**, isključivo u svrhu rekreacije, sporta, vježbanja i korištenja slobodnog vremena. Molimo da u odgovore ne uključite aktivnosti koje su obuhvaćene prethodno ispunjenim dijelovima upitnika.

20. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana **hodali** najmanje 10 minuta bez prekida **u okviru svojeg slobodnog vremena**? Molimo, nemojte uključiti hodanje koje je obuhvaćeno prethodno ispunjenim dijelovima upitnika.

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam hodao bez prekida  
duže od 10 minuta u slobodno vrijeme



**Prijeđi na pitanje 22.**

21. U danima kada ste **hodali** u slobodno vrijeme, koliko ste vremena po danu uobičajeno proveli hodajući u okviru svog slobodnog vremena?

\_\_\_\_\_ sati po danu  
\_\_\_\_\_ minuta po danu

22. Prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom **zadnjih 7 dana**, u koliko ste dana provodili tjelesnu aktivnost **visokog intenziteta** kao što su npr. aerobika, trčanje, brza vožnja bicikla i brzo plivanje **u okviru svojeg slobodnog vremena**?

\_\_\_\_\_ dana po tjednu

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti u  
slobodno vrijeme



**Prijeđi na pitanje 24.**

23. U danima kada ste provodili tjelesne aktivnosti **visokog intenziteta** u okviru svojeg slobodnog vremena, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ sati po danu  
\_\_\_\_\_ minuta po danu

24. Ponovno, prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom **zadnjih 7 dana**, u koliko ste dana provodili tjelesnu aktivnost **umjerenog intenziteta** kao što su npr. vožnja bicikla umjerenim



tempom, plivanje umjerenom brzinom i igra tenisa u parovima u okviru svojeg slobodnog vremena?

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam provodio takve tjelesne aktivnosti → **Prijeđi na 5. DIO:**

**VRIJEME**

**PROVEDENO U**

**MIROVANJU**

25. U danima kada ste provodili tjelesne aktivnosti **umjerenog intenziteta** u okviru svojeg slobodnog vremena, koliko ste ih vremena po danu uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ sati po danu

\_\_\_\_\_ minuta po danu

### **5. DIO: VRIJEME PROVEDENO U SJEDEĆEM POLOŽAJU**

Slijedi niz pitanja o vremenu koje provodite u sjedećem položaju na poslu, kod kuće i tijekom slobodnog vremena. Ovim dijelom upitnika je obuhvaćeno npr. vrijeme provedeno u sjedećem položaju za stolom, pri posjetu prijateljima te vrijeme provedeno u sjedećem ili ležećem položaju za vrijeme čitanja i gledanja televizije. Nemojte uključiti vrijeme sjedenja u motornom vozilu o kojemu ste mi već govorili.

26. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste vremena uobičajeno provodili u **sjedenju** u jednom **radnom danu**?

\_\_\_\_\_ sati po danu

\_\_\_\_\_ minuta po danu

27. Koliko ste vremena po danu uobičajeno proveli **sjedeći** tijekom **zadnjeg vikenda**?

\_\_\_\_\_ sati po danu

\_\_\_\_\_ minuta po danu

**Ovo je kraj upitnika, hvala na sudjelovanju.**

# ŽIVOTOPIS

## Osobni podaci

Prezime(na) / Ime(na) **Davidović Cvetko Erna**

E-mail erna.davidovic@gmail.com

Datum rođenja 12. 12. 1975.

## Radno iskustvo

Datumi Od 2013.

Zanimanje ili radno mjesto predavač

Glavni poslovi i odgovornosti Provedba nastave kolegija Metode istraživanja u fizioterapiji

Ime i adresa poslodavca Veleučilište Lavoslav Ružička, Županijska 50, Vukovar

Vrsta djelatnosti ili sektor obrazovanje

Datumi Od studenog 2007.

Zanimanje ili radno mjesto asistent

Glavni poslovi i odgovornosti Provedba nastave kolegija Metode istraživanja u fizioterapiji

Ime i adresa poslodavca Veleučilište Lavoslav Ružička, Županijska 50, Vukovar

Vrsta djelatnosti ili sektor obrazovanje

Datumi Od rujna 2006. do listopada 2007.

Zanimanje ili radno mjesto Zamjenik rukovoditelja proizvodnje

Glavni poslovi i odgovornosti Organiziranje procesa proizvodnje i kontrole kvaliteta

Ime i adresa poslodavca Drava International d.o.o., Osijek

Vrsta djelatnosti ili sektor proizvodnja

Datumi Od rujna 2003. do kolovoza 2006.

Zanimanje ili radno mjesto Zamjenik rukovoditelja proizvodnje

Glavni poslovi i odgovornosti Organiziranje procesa proizvodnje i kontrole kvaliteta

Ime i adresa poslodavca Doseg d.o.o., Osijek

Vrsta djelatnosti ili sektor proizvodnja

Datumi Od rujna 2002. do kolovoza 2003.

Zanimanje ili radno mjesto tehnolog

Glavni poslovi i odgovornosti Organiziranje procesa proizvodnje i kontrole kvaliteta

Ime i adresa poslodavca Tvornica žigica Drava d.d., Osijek

Vrsta djelatnosti ili sektor proizvodnja

Datumi Od rujna 2000. do srpnja 2002.

Zanimanje ili radno mjesto asistent

Glavni poslovi i odgovornosti Sudjelovanje u nastavi kolegija Fizikalna kemija i Osnovi instrumentalne analize za studente kemije i farmacije

Ime i adresa poslodavca Prirodoslovno-matematički fakultet, Novi Sad

Vrsta djelatnosti ili sektor obrazovanje

## Obrazovanje i osposobljavanje

Datumi Siječanj 2010. godine  
Naziv dodijeljene kvalifikacije Magistar kemijskih znanosti  
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja Prirodoslovno-matematički fakultet u Novom Sadu

Datumi Lipanj 2000. godine  
Naziv dodijeljene kvalifikacije Diplomirani kemičar  
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja Odsjek za kemiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu

## Osobne vještine i kompetencije

Materinski jezik(ci) **Hrvatski**

Drugi jezik(ci)

Samoprocjena

*Europska razina (\*)*

**Engleski jezik**

Razumijevanje				Govor				Pisanje	
Slušanje		Čitanje		Govorna interakcija		Govorna produkcija			
(C1)	Iskusni korisnik	(C1)	Iskusni korisnik	(B2)	Samostalni korisnik	(B2)	Samostalni korisnik	(B2)	Samostalni korisnik

(\*) [Zajednički europski referentni okvir za jezike](#)

Društvene vještine i kompetencije Timski duh razvijan tijekom rada u Istraživačkoj stanici Petnica na nekoliko projekata iz oblasti kemije. Komunikacijske vještine stečene tijekom radnog iskustva.

Organizacijske vještine i kompetencije Iskustvo u rukovođenju i vođenju timova stečeno tijekom rada.

Računalne vještine i kompetencije ECDL diploma, Syllabus version 4.0 , ECDL-HR 14521 07.12.2009.

**Popis objavljenih radova i kongresnih sažetaka**

- **Davidović Cvetko E**, Drenjančević I, Nešić N, Milas Ahic J. Correlation of Bioelectrical Impedance analysis and Dual Energy X-ray Absorptiometry for Bone Mineral Content and bone density in Young Healthy Humans. *Periodicum Biologorum 3<sup>rd</sup> Congress of Croatian Physiological Society and 1<sup>st</sup> regional Congress of the Physiological Societies* 2013. Vol 115, Suppl 2: 22.
- **Davidović Cvetko E**, Drenjančević I, Milas Ahic J. Influence of Nutrition on Peak Bone Mass. *Periodicum Biologorum 3<sup>rd</sup> Congress of Croatian Physiological Society and 1<sup>st</sup> regional Congress of the Physiological Societies* 2013. Vol 115, Suppl 2: 23.
- Nesić N, Šeper V, **Davidović Cvetko E**. Influence of Strength Training on Changes in Body Type and Resting Energy Expenditure. *Periodicum Biologorum 3<sup>rd</sup> Congress of Croatian Physiological Society and 1<sup>st</sup> regional Congress of the Physiological Societies* 2013. Vol 115, Suppl 2: 43.
- Šeper V, Nesić N, **Davidović Cvetko E**. Evaluation of Cardiovascular Risk among Students of College for Applied Sciences. *Periodicum Biologorum 3<sup>rd</sup> Congress of Croatian Physiological Society and 1<sup>st</sup> regional Congress of the Physiological Societies* 2013. Vol 115, Suppl 2: 55.
- Nesić N, Bujisić G, **Davidović Cvetko E**, Šeper V. Utjecaj fizičke aktivnosti na kvalitetu života žena treće životne dobi. U: *Knjiga radova XX Međunarodne znanstvene konferencije -Društvo i tehnologija- Dr. Juraj Plenković* 2013;
- Šeper V, Nešić N, **Davidović Cvetko E**, Tataj I. Poznavanje važnosti tjelovježbe u prevenciji nastanka osteoporoze u žena srednje i starije životne dobi. U: *Knjiga radova XX Međunarodne znanstvene konferencije -Društvo i tehnologija- Dr. Juraj Plenković* 2013;
- Drenjančević I, **Davidović Cvetko E**. Influence of physical activity to bone metabolism. *Medicinski glasnik* 2013; 10: 12-19.
- Nešić N., Šeper V., **Davidović E.**, Pejić D. Aktivna inhibicija, mogućnost povećanja opsega pokreta u zglobu kuku i koljena nakon jednog treninga. U: *Zbornik radova sa Međunarodne znanstveno-stručne konferencije: Odgojni i zdravstveni aspekti sporta i rekreacije, Križevci 2012*; str.450-454.
- Nešić N., Šeper V., **Davidović Cvetko E**. Swiss lopta, mogućnost povećanja opsega pokreta art.Talocruralis. U: *Zbornik radova 21. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske, Poreč, 26-30.lipnja 2012.*, str.102-106.
- Nešić N., Šeper V., **Davidović Cvetko E**. The influence of lateral spinal curvature on range of motion. In: *Book of abstracts of 9th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities, 7th SOSORT Meeting, Milan (Italy) 10-12 May 2012*. Pg 97.
- **Davidović Cvetko E**. FTIR And NIR Study Of Hydrogen Bonds Of N-Substituted Caproamides With Tetrahydrofuran And Diethylether, Međunarodni skup XIV Ružičkinci dani „DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA“, Vukovar, 13.-15.rujna 2012. U: *Knjiga sažetaka XIV Ružičkinci dani „Danas znanost-sutra industrija“*, str. 31 .
- Jelica S, Šeper V, **Davidović E**, Bujisić G. Optimizing the function of upstanding activities in adult patients with acquired lesions of the central nervous system by using the Bobath concept approach- A case report. *Collegium Antropologicum* 2011;Vol 35, Suppl.No 1: 309-313.
- Nešić N, **Davidović E**, Šeper V. Povezanost mišićne mase i eksplozivne snage kod netreniranih osoba. U: *Zbornik radova 8.godišnje međunarodne konferencije kondicijske pripreme sportaša*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 2010: 577-581.
- Tataj I, Šeper V, **Davidović E**, Tulumović J, Nešić N, Jelica S. Važnost timske suradnje liječnika i fizioterapeuta u ranoj rehabilitaciji žena nakon mastektomije. U: *Zbornik radova 1.konferencije studenata:Suradnja u interdisciplinarnom timu Studentskog zbora studenata Zdravstvenog veleučilišta u Zagrebu*, Krapinske toplice,27. i 28. svibnja 2010., str 28 .
- Jović B, Nikolić A, **Davidović E**, Petrović S. N-H...O vodonična veza- FT-IR i NIR spektroskopsko ispitivanje sistema N-metilformamid- etri. *Journal of Serbian Chemical Society*. 2010; 75(2): 157-163.
- Nešić N, Jelica S, **Davidović E**, Šeper V, Bujisić G. Different approaches in optimization of muscle tension.In: *Book of abstracts of 2nd International Symposium*

*of Clinical and Applied Anatomy, Prague 2010.*

- Jelica S, Šeper V, **Davidović E**. Application of neurophysiologic background of normal movement in physiotherapist treatment with Bobath concept by optimizing the function of upstanding activities in adult patients with acquired lesions of the CNS- case report. In: *Abstract book of 3. Croatian congress of neuroscience, Zadar, 2009*: 93.
- Šeper V, **Davidović E**. Termoaromaterapija u prevenciji i wellnessu. VI Kongres fizioterapeuta Hrvatske s međunarodnom sudjelovanjem. Šibenik, 2009. U: *Zbornik radova VI.Kongresa fizioterapeuta Hrvatske s međunarodnom sudjelovanjem 2009*: 58-61 .
- Šeper V, **Davidović E**. Pilates kao pomoćna metoda u prevenciji bolova u kralješnici. VI Kongres fizioterapeuta Hrvatske s međunarodnom sudjelovanjem. Šibenik, 2009. U: *Zbornik radova VI.Kongresa fizioterapeuta Hrvatske s međunarodnom sudjelovanjem 2009*: 62-66.
- Nikolić A, Jović B, **Davidović E** i Petrović S. N-H...O Hydrogen Bonding. FT IR, NIR Study of N-methylformamide - Ether Systems, *XXIX European Congress of Molecular Spectroscopy, Opatija, 2008. In Book of abstracts of EUCMOS 2008*: 54.