

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA KVALITET KOSTI

Zorislava Bajić¹, Nenad Ponorac¹, Nela Rašeta¹ i Đorđe Bajić²

¹Medicinski fakultet, Banja Luka, BiH

²SHMP, Dom zdravlja Banja Luka, BiH

Pregledni naučni članak

DOI: 10.5550/sgja.1001007

COBISS.BH-ID 1844248

UDK: 611.7

SUMMARY

A bone is a dynamic tissue that remodels during the entire life span. Remodeling includes two continuous processes, namely forming and resorbing. These processes are continuous and occur as a response to a weight-bearing physical activity. Remodeling processes are very important for maintenance of skeletal homeostasis.

Recent evidence shows that growing bone is more responsive to mechanical loading and physical activity than mature bone. This indicates that regular exercise early in life may be an important factor in the prevention of osteoporosis later on.

Further, high and medium level of weight-bearing physical activity (walking, ball games, dancing, aerobics, jogging, skiing, martial art, gymnastics, strength training and racket sports) correlates positively with the high bone mass in adults. For elderly even an hour of slow walking (low level of activity) can have a beneficial effect on the bone quality.

Research done on athletes shows that they have higher bone mass than non-athletes and that the bone density increases during the periods of intensive training.

Weight-bearing physical activity is essential for normal development and maintenance of healthy skeleton.

In humans, physical activity appears to play an important role in maximizing bone mass during childhood and the early adult years, maintaining bone mass through the fifth decade, attenuating bone loss with aging, and reducing falls and fractures in the elderly.

Key words: bone mineral density (BMD), physical activity, osteoporosis

UVOD

Kost održava snagu i čvrstinu skeleta, ali djeluje i kao rezervoar kalcijuma i drugih mineralnih soli. (Stevenson & Marsh, 2007) Ona je dinamičko tkivo koje se remodelira tokom cijelog života. Remodeliranje kosti ili koštana pregradnja uključuje dva procesa: proces resorpcije i proces formiranja kosti, koji su kontinuirani i dešavaju se kao odgovor na podnošenje tjelesne težine i fizičke aktivnosti, te omogućavaju održavanje skeletne homeostaze. Osteoblasti, ćelije mezenhimnog porijekla, sintetiziraju i luče organski matriks, čija mineralizacija počinje odmah nakon što je izlučen. Osteoklasti vrše razgradnju kosti demineralizacijom i razgradnjom koštanog matriksa, a potom uklanjaju razgradne

produkte. Do metaboličkih bolesti kosti dolazi ili u slučajevima dominacije procesa resorpcije uz normalan ili dijelom kompenzatorno povećan proces formiranja kosti („high turnover“, ubrzan promet kosti), ili kada je oštećen proces formiranja kosti uz normalan proces resorpcije („low turnover“, smanjen koštani promet). Nakon prekida rasta kosti u dužinu, postoji period konsolidacije. U periodu od 30 do 35 godina se postiže pik koštane mase, i tada su brzina formiranja i resorpcije kosti relativno male (u poređenju sa periodom brzog rasta) i približno su jednake. (Babić, 2004)

Osteoporoza se može definisati kao smanjenje koštane mase po jedinici volumena, tako da se prelomi mogu javiti i pri minimalnim traumama. Ona predstavlja najčešću metaboličku

bolest kosti u ekonomski razvijenim zemljama. Najčešće se javlja kod žena poslije menopauze. Uprkos povećanoj svijesti populacije, mnoge žene još uvijek nisu svjesne uolikoj mjeri osteoporoze može da utiče na smanjenje kvalitete njihovog života. Što je još važnije, ne znaju da se to može preventivnim mjerama skoro potpuno izbjeći. (Stevenson & Marsh, 2007)

Zbog inverzne veze između mineralne gustine kosti (BMD - bone mineral density) i rizika od preloma, dijagnoza osteoporoze se obično potvđuje mjerenjem gustine kosti (BMD). (Stevenson & Marsh, 2007) Nizak BMD značajno povećava rizik od preloma pri minimalnim traumama (stres-frakture). (Kohrt et al, 2004) Stres-frakture predstavljaju česte povrede atletičara, naročito maratonaca. Njih je teško prepoznati jer simptomi prolaze nakon mirovanja. (Knobloch et al, 2007) Strategije kojima se povećava koštana masa (kvalitet kosti) i/ili umanje rizik od pada, imaju potencijal da snize obolijevanje i smrtnost od osteoporotičnih preloma. Iako se koštana masa može povećati lijekovima, ipak vježbanjem se, kao prirodnom, jednostavnom i jeftinom metodom može postići:

- 1) povećanje koštane mase i snage kosti, i
- 2) povećanje snage mišića, fleksibilnosti, okretnosti, te time smanjiti rizik od padova u starijoj populaciji.

Postoje i druga pitanja vezana za zdravlje kosti i fizičku aktivnost, kao što su rizik od stres-frakture kod treninga velikog obima i gubitak kosti povezan sa amenorejom. (Kohrt et al, 2004)

Još jedan oblik veze fizičke aktivnosti i koštanog sistema je sindrom Ženske Sportske Trijade koji obuhvata tri medicinska entiteta: poremećaj ishrane, menstrualnu disfunkciju i prijevremenu osteoporozu (FIMS Position Statement 2000).

Fizička aktivnost ima veliki uticaj na zdravlje. Poznato je da fizička aktivnost ima zaštitni efekat od kardiovaskularnih bolesti, moždanog udara, dijabetesa tipa II, karcinoma debelog crijeva i dojke. Povezana je i sa drugim važnim komponentama zdravlja, kao što su mentalno zdravlje, povrede i padovi. Ona predstavlja kompleksno, multi-dimenzionalno ponašanje.

Mnogi različiti oblici aktivnosti doprinose ukupnoj fizičkoj aktivnosti; oni obuhvataju profesionalne, zatim, kućne aktivnosti (npr. njegova-

vanje bolesnog člana porodice, čišćenje kuće), transportne aktivnosti (npr. šetnja ili vožnja biciklom do posla) i aktivnosti u slobodno vrijeme (npr. ples, plivanje). (Miles, 2007) Vježbanje (ili trening) je podkategorija fizičkih aktivnosti u slobodno vrijeme, i definiše se kao "fizička aktivnost koju čine planirani, strukturirani i ponavljani pokreti tijela koji se izvode da bi se održala jedna ili više komponenti fizičkog fitnesa". Ipak, razlikovanje fizičke aktivnosti i vježbanja je ponekad nepotrebno, pa je upotreba ovih termina vrlo fleksibilna. (Hardman & Stensel, 2009) Fizička se aktivnost dalje može kategorizovati na osnovu frekvencije (učestalosti), trajanja i intenziteta aktivnosti. Učestalost i trajanje se odnose na to koliko često i koliko dugo se upražnjava aktivnost. Intenzitet se odnosi na to koliko napora osoba mora da uloži u tu aktivnost, kao i količinu energije koju zahtjeva ta aktivnost. (Miles, 2007)

Postoje raznovrsni načini mjerenja koji svrstavaju fizičku aktivnost u različite nivoe. To zavisi od kompleksnosti aktivnosti; koriste se mnoge različite kombinacije trajanja, intenziteta i učestalosti različitih tipova fizičke aktivnosti. (Miles, 2007)

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA KOST

Dobro su poznati principi treninga, pa tako i progresivno opterećenje kao jedan od njih. Na kost se mora primijeniti opterećujuća sila koja će stimulisati adaptivni odgovor, a naprekidna adaptacija zahtjeva stalno povećanje opterećenja. Važno je napomenuti da je stimulus kosti doslovno fizička deformacija koštanih ćelija. Fizička deformacija se može mjeriti mjeračem deformacije na površini kosti, ali se češće procjenjuje mjerenjima mehaničkog uticaja podloge koji nastaje kao reakcija tokom aktivnosti sa podnošenjem težine (weight bearing aktivnost). Sile kontrakcije mišića u odsustvu mehaničke reakcije podloge (npr. kod plivanja) mogu takođe stimulisati izgradnju kosti, ali je to mnogo teže procijeniti. Faktor koji je jedinstven za koštano adaptaciju na trening je spori ali neprekidni metabolizam koštanog tkiva. (Kohrt et al, 2004)

Fizička aktivnost dokazano igra značajnu ulogu u povećanju koštane mase tokom djetinjstva i adolescencije, u održavanju koštane mase tokom pete dekade života, u usporavanju gubitka kosti sa starenjem i u smanjenju rizika od preloma kod starijih osoba. (Kohrt et al, 2004)

U procjeni pozitivnih efekata treninga na kost, treba voditi računa o sljedećim faktorima:

- specifičnosti – adaptiraju se samo mjesta na kostima koja su izložena promjenama u svakodnevnom opterećenju.
- opterećenju – adaptivni odgovor se javlja samo kada stimulus pređe granicu uobičajenih opterećenja; neprekidna adaptacija kosti zahtjeva progresivno povećanje opterećenja.
- reverzibilnosti – korisni efekti vježbanja na kost se ne moraju zadržati ukoliko se vježbanje znatno smanji. Nije poznato koja je to dužina trajanja prekida vježbanja pri kojoj počinje gubitak kvaliteta kosti, kao i to da li postoji razlika kod mladih i starijih osoba. (Kohrt et al, 2004)

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA KOST DJECE I MLADIH

Fizička aktivnost u djetinjstvu je povezana sa sticanjem gustine koštane mase. Potvrđeno je da pored aktivnosti visokog intenziteta, i uobičajene fizičke aktivnosti i igra mogu biti od značaja za postizanje odgovarajuće gustine kosti (odgovarajućeg BMD). To je potvrdila i studija provedena u kopenhagenskoj školi kod djece uzrasta od 6 do 8 godina. U tom istraživanju je potvrđeno da djeca sa visokim nivoom uobičajene svakodnevnih aktivnosti imaju i visok nivo živahnih fizičkih aktivnosti koje pozitivno utiču na BMD. (Hasselstrøm et al, 2007) Slične rezultate imala je i švedska studija koja je obuhvatila dječake uzrasta od 7 do 9 godina, koji su učestvovali u posebnom programu vježbanja u školi, u periodu od 2 godine. Taj program je sadržavao mješavinu aktivnosti, igre sa loptom, trčanje, skakanje i penjanje, uz nadzor nastavnika fizičkog vaspitanja. Pokazalo se da je taj nivo fizičke aktivnosti bio vrlo značajan za povećanje gustine koštane mase. (Alwis et al, 2008a)

Postoje i istraživanja koja su došla do drugačijih rezultata. Jednogodišnji dodatni program

vježbanja u školi kod djevojčica uzrasta od 7 do 9 godina nije doveo do značajnijih povećanja gustine koštane mase. (Alwis et al, 2008b) Međutim, mnogo je više studija koje pokazuju da fizička aktivnost zaista poboljšava kvalitet kosti. Tako je pokazano da se kvalitet kosti održava ili čak poboljšava kod adolescentkinja koje se više godina bave sportom. Važno je napomenuti i da kvalitet kosti koji se dostigao vježbanjem ne može trajno da se održava ukoliko se to ne podržava fizičkom aktivnosti kasnije u životu. (Rautava et al, 2007)

Kosti u razvoju mnogo bolje odgovaraju na mehaničko opterećenje i fizičku aktivnost nego zrele kosti. To ukazuje da vježbanje u ranom djetinjstvu može biti važan faktor u prevenciji osteoporoze u kasnijem životu. (FIMS Position Statement, ?)

Ostaje da se vidi koja vrsta i obim vježbi će najviše poboljšati prirast kosti tokom razvoja osobe, kad je opterećenje i najefikasnije na taj proces. Smatra se da su vježbe visokog uticaja i vježbe snage (kao što su pliometrija, gimnastika, fudbal, odbojka i vježbe sa tegovima) najefikasnije u unapređenju prirasta koštane mase ukoliko se započne sa vježbanjem u periodu puberteta. (Kohrt et al, 2004)

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA KOST ODRASLIH OSOBA

Trening može povećati gustinu kosti kod mladih odraslih žena. Mnogi faktori, kao što su intenzitet sile opterećenja, specifična mjesta na koja djeluje ta sila i predanost programu vježbanja mogu biti važne determinante efikasnosti. Trening opterećenja visokog intenziteta (npr. veliki napor) može, takođe, da dovede do promjena i u tjelesnoj kompoziciji i mišićnoj snazi. Iako se fizička aktivnost, koja obuhvata opterećenje skeleta visokim intenzitetom, preporučuje za postizanje optimalne koštane mase i njeno održavanje kod mladih odraslih osoba, njena korist se ne može uočiti ukoliko postoji neki hormonalni poremećaj, neadekvatna ishrana ili se javi sindrom prenaprezanja. (Kohrt et al, 2004)

Studija u kojoj su učestvovala žene od 18 do 26 godina, je pokazala da nakon 5 mjeseci treninga koji je sadržavao jednostrane koncentri-

čne i ekcentrične izokinetičke vježbe otpora, dolazi do poboljšanja gustine kosti na rukama i nogama koje su bile uključene u program vježbanja. Tada je potvrđeno da ovaj tip vježbanja dovodi i do povećanja snage u tim ekstremitetima koji su bili podvrgnuti programu. (Nickols-Richardson et al, 2007) Pokazalo se da je vježbanje vrlo djelotvorno i kod mlađih žena koje imaju osteoporozu nepoznatog uzroka. (Bergström, Brinck & Sääf, 2008)

Jedna od mnogobrojnih potvrda koliki značaj ima fizička aktivnost je i finska studija na ženama starosti 35-40 godina, koje su uključene u trening sa vježbama visokog uticaja, kao što je step aerobik. Nakon 6 mjeseci intenzivnog vježbanja, došlo je do povećanja gustine koštane mase. (Aholo et al, 2009)

Još jedna finska studija je pokazala da se efektivni intenzitet vježbanja kod žena starosti 35-40 godina postiže tokom normalnih fizičkih aktivnosti, kao što su trčanje i skakanje. Pozitivan efekat u slabinskom dijelu kičmenog stuba se javio pri vježbama većeg intenziteta, a u petnoj kosti pri vježbama manjeg intenziteta. To ukazuje da je uticaj vježbanja specifičan za određena mjesta na koštanom sistemu. (Vainionpää et al, 2006)

Kolle, Klungland & Sundgot-Borgen (2005) su utvrdili da visok i srednji nivo fizičke aktivnosti sa podnošenjem težine (kao što su šetnja, igre sa loptom, ples, aerobik, trčanje, džogiranje, skijanje, borilačke vještine, gimnastika, trening snage i igre sa reketom) imaju pozitivan efekat na koštanu masu nekoliko regiona koštanog sistema.

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA KOST STARIJIH OSOBA

Nakon 40. godine života koštana masa se smanjuje oko 0,5% godišnje, bez obzira na pol ili rasu. Nivo gubitka zavisi od regiona skeleta i vjerovatno na njega utiču faktori kao što su genetika, ishrana, hormonski status, uobičajene fizičke aktivnosti. To otežava procjenu u kojoj mjeri je gubitak kosti neizbježna posljedica procesa starenja. Kod žena, smanjenje lučenja estrogena u menopauzi uzrokuje znatniji gubitak kosti. (Kohrt et al, 2004)

Gubitak koštane mase se javlja brže ukoliko nema nikakvog opterećenja na kost. To je problem starijih osoba kojima je teško nastaviti sa aktivnostima koje bi pružile adekvatno opterećenje kako bi se održala koštana masa. (FIMS Position Statement, ?) Za starije ljude, čak i spora šetnja u trajanju od 1 sat, što spada u nizak nivo fizičke aktivnosti, može imati pozitivan učinak na kvalitet kosti. (Picard et al, 2000)

Potvrđeno je da fizička aktivnost u mlađima danima života, naročito između 12 i 18 godine utiče na veću gustinu kosti u postmenopauzi kod žena. (Rideout, McKay & Barr, 2006) Australijska studija je pokazala da su vježbe „stupanja“ efikasan stimulus za poboljšanje kvalitete kosti. Ove vježbe su jednostavan, bezbjedan i prihvatljiv način aktivnosti, koji neće dovesti do povreda ili nekih simptoma od strane mišićno-koštanog sistema. (Young, Weeks & Beck, 2007) Fizička aktivnost, umjerenog do srednjeg intenziteta, kod žena starosti između 65 i 75 godina može dovesti do poboljšanja mišićne snage, što će značajno uticati na povećanje snage kosti. (Ashe et al, 2008)

Mnogo više studija o kvalitetu kosti je urađeno na ženama, ipak postoje i istraživanja koja su pokazala da muškarci koji su se bavili takmičarskim sportovima, i imali učestale treninge u mladosti, imaju bolji kvalitet kosti nego oni koji se nisu bavili takmičarskim sportovima. (Nilsson et al, 2008) Park et al (2007) su pokazali da je kod starijih osoba zdravlje kosti vezano i za intenzitet i za količinu fizičke aktivnosti. Kod muškaraca zdravlje kosti je u bliskoj vezi sa dnevnim trajanjem fizičke aktivnosti umjerenog intenziteta. Kod žena je vezano sa brojem koraka u toku dana (preporuka za starije osobe je više od 7.000 koraka u toku dana).

UTICAJ FIZIČKE AKTIVNOSTI NA KOST SPORTISTA

Istraživanja na sportistima su pokazala, ne samo da oni imaju veću gustinu kosti od nesportista, nego da se i gustina kosti povećava u toku perioda intenzivnog treninga. Studija koja je sprovedena na elitnim veslačima je pokazala da tokom 6 mjeseci intenzivnih treninga dolazi do

porasta gustine kosti u rukama u odnosu na period relativnog odmora. (Jürimäe et al, 2006)

Fizička aktivnost sa podnošenjem težine je esencijalna za normalan razvoj i održavanje zdravog koštanog sistema. (FIMS Position Statement, ?) Jedna turska studija pokazala da i plivanje, koje spada u sport u kojem nema podnošenja težine, ima koristan efekat na kost. Ta studija je sprovedena na plivačima koji sudjeluju u takmičenjima najmanje 3 godine.

Tu se pokazalo da su oni imali bolju gustinu kosti u odnosu na kontrolnu grupu. Plivanje ne spada u sportove sa velikim impaktom (uticajem), ali plivači obično imaju treninge sa malim tegovima, u kojima ima mnogo ponavljanja, što može biti dovoljan stimulus za povećanje metabolizma kosti. (Derman et al, 2008)

Trutschnigg et al (2008) su pokazali da je i kod boksera veća gustina kosti nego kod kontrolne grupe. Slične rezultate su dobili Modlesky, Majumdar & Dudley (2008) kod gimnastičarki.

Korist od fizičke aktivnosti se može uočiti i u terapiji preloma. Knobloch et al (2007) su dali prikaz slučaja dvadesetdvogodišnje dugoprugašice koja je imala stres-prelom sakralne kosti. Nakon početne simptomatske terapije lijekovima protiv bolova, i mirovanja od dvije sedmice, postepeno je počela sa lakšom fizičkom aktivno-

sti u vidu hodanja (60-90 minuta dnevno) tokom naredne dvije sedmice. Nastavila je sa umjerenom fizičkom aktivnosti, da bi se 7 sedmica od dijagnoze preloma vratila trčanju. U početku je trening bio manjeg intenziteta, a kasnije se povećavao. To je bio jedan od rijetkih slučajeva u kojem se primijenio ovaj vid terapije i u kojem se sportista tog kalibra vratio na trkačke staze u tako relativno kratkom vremenskom periodu.

PREPORUKE ZA BAVLJENJE FIZIČKIM AKTIVNOSTIMA

Postoje dokazi da se poboljšanje koštane mase, indukovano vježbanjem kod djece može održati i u odrasloj dobi, što ukazuje da navike vezane za fizičku aktivnost u djetinjstvu mogu imati dugoročni efekat na zdravlje kosti. (Kohrt et al, 2004)

Američki koledž sportske medicine (ACSM) je dao preporuke za vrstu fizičke aktivnosti koja pozitivno utiče na kost u različitim životnim razdobljima (Tabela 1 i Tabela 2).

Sportovi koji uključuju trčanje i skakanje (fudbal, košarka) vrlo vjerovatno su korisni ali nedostaju naučni dokazi. (Kohrt et al, 2004)

TABELA 1.

Preporuke za poboljšanje prirasta koštane mase kod djece i adolescenata
(Prema: ACSM Position Stand, 2004)

Tip vježbi	Intenzitet	Učestalost (br. trenin. sedm.)	Dužina trajanja treninga
Vježbe sa uticajem (gimnastika, pliometrika, skakanje) Trening otpora	visok	3	10-20 minuta

TABELA 2.

Preporuke za održanje zdravlja kosti u odrasloj dobi
(Prema: ACSM Position Stand, 2004)

Tip vježbi	Intenzitet	Učestalost (br. trenin. sedm.)	Dužina trajanja treninga
Vježbe izdržljivosti sa podnošenjem težine (tenis, penjanje stepenicama, džogiranje u kombinaciji sa hodaњem)	umjeren	3-5	30-60 minuta
Vježbe koje sadrže skakanje (odbojka, košarka)	do visok		
Vježbe otpora (podizanje tegova)		2-3	

LITERATURA:

- [1] Ahola, R. et al. (2009). Time-course of exercise and its association with 12-month bone changes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10, p.138.
- [2] Alwis, G. et al. (2008a). A 2-year school-based exercise programme in pre-pubertal boys induces skeletal benefits in lumbar spine. *Journal Compilation. Foundation Acta Paediatrica. Acta Paediatrica*. 97, pp.1564-1571.
- [3] Alwis, G. et al. (2008b). A one year exercise intervention program in pre-pubertal girls does not influence hip structure. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9, p.9.
- [4] Ashe, M.C. et al. (2008). Muscle power is related to tibial bone strength in older women. *Osteoporos Int*, 19, pp.1725-1732.
- [5] Babić, Lj. (2004). Kalcijum, fosfor i metabolizam kosti, kalcijum regulišući hormoni. U: Kulauzov, M. (2004). *Patološka fiziologija*. Novi Sad: Medicinski fakultet i Futura.
- [6] Bergstrøm, I., Brinck, J. & Sääf, M. (2008). Effects of physical training on bone mineral density in fertile women with idiopathic osteoporosis. *Clin Rheumatol*, 27, pp.1035-1038.
- [7] Derman, O. et al. (2008). Effect of swimming on bone metabolism in adolescents. *The Turkish Journal of Pediatrics*, 50, pp.149-154.
- [8] FIMS Position Statement (2000). *The Female Athlete Triad*. FIMS. Available at: www.fims.org [Accessed 23 February 2010]
- [9] FIMS Position Statement. *Scientific Commentary: Osteoporosis and Exercise*. FIMS. Available at: www.fims.org [Accessed 23 February 2010]
- [10] Hardman, A.E. & Stensel, D.J. (2009). *Physical Activity and Health. The evidence explained*. Second edition. Taylor & Francis.
- [11] Hasselstrøm, H. et al. (2007). *Peripheral Bone Mineral Density and Different Intensities of Physical Activity in Children 6-8 Years Old: The Copenhagen School Child Intervention Study*. *Calcif Tissue Int*. 80, pp.31-38.
- [12] Kolle, E., Klungland, M.K. & Sundgot-Borgen, J.S. (2005). Bone mineral density in Norwegian premenopausal women. *Osteoporos Int*, 16, pp.914-920.
- [13] Kohrt, W.M. et al. (2004). *ACSM Position Stand: physical activity and bone health*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, pp.1985-1996.
- [14] Knobloch, K. et al. (2007). Rapid rehabilitation programme following sacral stress fracture in long-distance running female athlete. *Arch Orthop Trauma Surg*. 127, pp.809-813.
- [15] Miles, L. (2007). *Physical activity and health*. *Journal compilation. British Nutrition Foundation. Nutrition Bulletin*, 32, pp.314-363.
- [16] Modlesky, C.M., Majumdar, S. & Dudley, G.A. (2008). Trabecular bone microarchitecture in female collegiate gymnasts. *Osteoporos Int*, 19, pp.1011-1018.
- [17] Nickols-Richardson, S.M. et al. (2007). Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women. *Osteoporos Int*. 18, pp.789-796.
- [18] Nilsson, M. et al. (2008). Competitive physical activity early in life is associated with bone mineral density in elderly Swedish men. *Osteoporos Int*, 19, pp.1557-1566.
- [19] Park, H. et al. (2007). Relationship of bone health to yearlong physical activity in older Japanese adults: cross-sectional data from the Nakanojo Study. *Osteoporos Int*, 18, pp.285-293.
- [20] Picard, D. et al. (2000). *Longitudinal Study of Bone Density and its Determinants in Women in Perio- or Early Menopause*. *Calcif Tissue Int*, 67, pp.356-360.
- [21] Rautava, E. et al. (2007). The reduction of physical activity reflects on the bone mass among young females: a follow-up study of 142 adolescent girls. *Osteoporos Int*. 18, pp.915-922.
- [22] Rideout, C.A., McKay, H.A. & Barr, S.I. (2006). *Self-Reported Lifetime Physical Activity and Areal Bone Mineral Density in Healthy Postmenopausal Women: The Importance of Teenage Activity*. *Calcif Tissue Int*, 79, pp.214-222.
- [23] Stevenson, J.C. & Marsh, M.S. (2007). *An Atlas of Osteoporosis*. Tird Edition. Informa UK Ltd.
- [24] Trutschnigg, B. et al. (2008). Female boxers have high bone mineral density despite low body mass, high energy expenditure, and a high incidence of oligomenorrhea. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 33, pp.863-869.
- [25] Vainionpää, A. et al. (2006) *Intensity of exercise is associated with bone density change in premenopausal women*. *Osteoporos Int*, 17, pp.455-463.

- [26] Young, C.M., Weeks, B.K. & Beck, B.R. (2007). Simple, novel physical activity maintains proximal femur bone mineral density, and improves muscle strength and balance in sedentary, postmenopausal Caucasian women. *Osteoporos Int*, 18, pp.1379-1387.
- [27] Jürimäe, J. et al. (2006). Bone metabolism in elite rowers: adaptation to volume-extended training. *Eur J Appl Physiol*, 97, pp.127-132.

Rad primljen: 10.05.2010. godine
Rad odobren: 21.06.2010. godine

Adresa za korespodenciju:
Dr med. Zorislava Bajić,
Medicinski fakultet Univerziteta u Banjaluci
Save Mrkalja 14
78 000 Banjaluka, BiH
Tel. +387 66 19 13 32
e-mail: zorislava_z@yahoo.com