

# Utjecaj indeksa tjelesne mase na parametre kvantitativnog ultrazvuka petne kosti u žena grada Rijeke

## The effect of the body mass index on calcaneal quantitative ultrasound parameters in women of the City of Rijeka

Olga Cvijanović<sup>\*1</sup>, Sanja Zoričić Cvek<sup>1</sup>, Ariana Fužinac-Smojver<sup>1</sup>, Željka Crnčević-Orlić<sup>2</sup>,  
Nikolina Dobrotić, Mateja Lukežić, Lara Bušljeta, Dragica Bobinac<sup>1</sup>

**Sažetak. Cilj:** Žene u menopauzi zbog nedostatka hormona estrogena izložene su ubrzanom gubitku koštane mase, što dovodi do bolesti koštanog deficita kakva je osteoporozna. Smanjenju koštane mase u menopauzi mogu pridonijeti i neki drugi faktori rizika kao što su to nizak indeks tjelesne mase, neuravnotežena prehrana i tjelesna neaktivnost. Cilj ovoga rada bio je ispitati ako i u kojem opsegu, s obzirom na hormonski status, antropometrijski parametri i starosna dob predviđaju vrijednosti parametara kvantitativnog ultrazvuka petne kosti u žena. Istraživanjem je obuhvaćeno 499 žena grada Rijeke. **Metode:** Periferna gustoća petne kosti mjerena je pomoću ultrazvučnog aparata Clinical Bone Sonometar Sahara Hologic (Hologic Inc., Massachusetts, SAD). Mjerenje je izvršeno u sjedećem stavu ispitanica, na konstantnom mjestu (desno stopalo). **Rezultati:** Statističkom obradom svih ispitanica utvrđeno je da prediktorske varijable (menopauza, starosna dob, antropometrijski parametri) značajno predviđaju vrijednosti parametara kvantitativnog ultrazvuka petne kosti. U žena koje su više od 5 godina u menopauzi utvrđeno je da iste prediktorske varijable s izuzetkom menopauze statistički značajno predviđaju vrijednosti parametara kvantitativnog ultrazvuka petne kosti. **Zaključak:** U menopauzi izostaje povoljan utjecaj hormona na fiziološke procese u koštanom tkivu koji zbog toga postaju katabolični. U takvim uvjetima postignuta tjelesna masa ostaje jedina rezerva koja čuva koštani sustav od bolesti koštanog deficita kakve su osteoporozna i osteopenija.

**Ključne riječi:** indeks tjelesne mase, kvantitativni ultrazvuk, osteoporozna, petna kost

**Abstract. Aim:** Menopausal women, due to lack of hormones-estrogen are exposed to accelerated bone loss leading to bone deficiency diseases, such as osteoporosis. In menopause, other risk factors such as: low body mass index, unbalanced diet and physical inactivity may reduce bone mass. The aim of this study was to examine whether, and to what extent anthropometric parameters and age predict the value of quantitative ultrasound parameters of the calcaneus in women with respect to hormonal status. The study included 499 women of the City of Rijeka. **Methods:** Peripheral density of the calcaneus was measured using an ultrasound machine Clinical Bone Sonometar Sahara Hologic (Hologic Inc., Massachusetts, USA). The measurements were performed in sitting subjects, at a constant location (right foot). **Results:** Statistical analysis of all subjects has determined that independent variables (age, menopause, anthropometric parameters) significantly predict the value of quantitative ultrasound parameters of the calcaneus. In women who are more than 5 years of menopause, the same independent variables, with the exception of menopause significantly predicted the value of quantitative ultrasound parameters of the calcaneus. **Conclusion:** In menopause, the beneficial effect of hormones on the physiological processes in bone tissue is absent, which therefore become catabolic. In such conditions, achieved body mass remain the only backup system that preserves skeletal system from bone deficiency diseases such as osteoporosis and osteopenia.

**Key words:** body mass index, calcaneus, osteoporosis, quantitative ultrasound

<sup>1</sup> Zavod za anatomiju,  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

<sup>2</sup> Katedra za internu medicinu,  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci,  
Klinika za internu medicinu  
Kliničkog bolničkog centra Rijeka

Primljeno: 17. 12. 2009.

Prihvaćeno: 11. 3. 2010.

Adresa za dopisivanje:

**Dr. sc. Olga Cvijanović, dr. med.**

Zavod za anatomiju,  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci,  
Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka  
e-mail: olgac@medri.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

## UVOD

Dinamika koštane pregradnje pretežno ovisi o starosnoj dobi i hormonskom statusu pojedinca. Novije spoznaje, međutim, upućuju i na važnost nekih drugih faktora rizika kao što su to nizak indeks tjelesne mase, neuravnotežena prehrana i fizička neaktivnost, koji mogu kompromitirati fiziološke procese u koštanom tkivu<sup>1-6</sup>. Čvrstoća organa koštanog sustava ovisi o strukturnim i materijalnim svojstvima koštanog tkiva. Struktura kosti definira-

Najnovije spoznaje upućuju na činjenicu da se primarni parametri kvantitativnog ultrazvuka mogu koristiti u procjeni strukture koštanog tkiva petne kosti, s time da BUA odražava prostornu orijentaciju koštanih gredica, a SOS elastična svojstva koštanog tkiva.

na je prostornom raspodjelom koštanog tkiva unutar skeletnih organa i nalazi se pod utjecajem sila vlaka i tlaka. Promjene strukture koštanog tkiva mogu se pratiti u trabekularnoj i kortikalnoj koštanoj tvari, primjenom standardiziranih metoda kao što su koštana histomorfometrija i mikrokompjutorizirana tomografija. Osnovne gradivne komponente koštanog matriksa jesu kolagena vlakna i kristali kalcijevog fosfata, a o njihovoj građi i funkciji ovisi mikroskopska struktura koštanog tkiva<sup>7</sup>.

U suvremenoj dijagnostici kvantitativni ultrazvuk petne kosti (engl. *quantitative ultrasound*; QUS), zasigurno je našao svoje mjesto kao *screening* metoda u ranoj prevenciji bolesti koštanog deficita. Dobra koleracija s parametrima koštane denzitometrije upućuje na to da je kvantitativni ultrazvuk petne kosti pouzdan u procjeni rizika od prijeloma te se, uzimajući u obzir neke prednosti ove metode u odnosu na koštanu denzitometriju (brzina i jednostavnost u primjeni te izostanak ionizirajućeg zračenja), može opravdano koristiti u sklopu ukupnih kliničkih nalaza u dijagnostici osteoporoze. Ultrazvučnim mjerenjem određuju se primarni koštani parametri: ultrazvučna atenuacija (engl. *Broadband Ultrasound Attenuation*, BUA, u dB/MHz), brzina zvučnog vala (engl. *Speed of Sound*, SOS, u m/s) i indeks kvantitativnog ultrazvuka (engl. *Quantitative Ultrasound Index*, QUI). Iz vrijednosti ultrazvučne atenuacije i brzi-

ne zvuka izračunava se procijenjena mineralna gustoća kosti (eng. *Estimated Bone Mineral Density*, eBMD, u g/cm<sup>2</sup>). Najnovije spoznaje upućuju na činjenicu da se primarni parametri kvantitativnog ultrazvuka mogu koristiti u procjeni strukture koštanog tkiva petne kosti, s time da BUA odražava prostornu orijentaciju koštanih gredica, a SOS elastična svojstva koštanog tkiva<sup>8-10</sup>.

Pozivajući se na gore iznesene činjenice cilj je ispitati predviđaju li i u kojem opsegu prediktorske varijable vrijednosti primarnih ultrazvučnih parametara (QUI, BUA, SOS) te vrijednosti procijenjene mineralne gustoće kosti (e BMD) u svih žena i u žena s obzirom na hormonski status.

## ISPITANICE I METODE

Ovim istraživanjem obuhvaćeno je 499 žena grada Rijeke. S obzirom na hormonski status, žene su podijeljene u tri podskupine: podskupina 1 su fertalne žene (N = 212), podskupina 2 su žene do 5 godina u menopauzi (N = 97) i podskupina 3 su žene koje su više od 5 godina u menopauzi (N = 190).

### ANTROPOMETRIJSKA MJERENJA

Ispitanicama su izmjerene vrijednosti tjelesne visine i tjelesne težine. Tjelesna težina je izmjerena pomoću prenosive elektronske vage (SECA, Hamburg, Germany) s točnošću  $\pm 0,1$  kg. Tjelesna visina izmjerena je pomoću pomičnog stadiometra (SECA, Hamburg, Germany) s točnošću  $\pm 0,5$  cm. Ispitanice su mjerene bez cipela, u laganoj odjeći. Iz vrijednosti tjelesne težine i tjelesne visine izračunana je vrijednost indeksa tjelesne mase (ITM, kg/m<sup>2</sup>).

### KVANTITATIVNI ULTRAZVUK PETNE KOSTI

Periferna gustoća petne kosti mjerena je ultrazvučnim aparatom Clinical Bone Sonometar Sahara Hologic (Hologic Inc., Massachussets, SAD). Mjerenje je izvedeno dok su ispitanice bile u sjedećem stavu s stopalom desne noge umetnutim u kućište aparata. Ispitanicama koje su u povijesti bolesti imale prijelom desnog stopala mjerenja su izvedena na lijevom stopalu. Sonde se prislone na petnu kost i nakon nekoliko minuta očitavaju se vrijednosti koštanih parametara.

### STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Za analizu utjecaja prediktorskih varijabli na parametre kvantitativnog ultrazvuka korištena su dva

modela multiple regresijske analize. Model 1, kojim je ispitan utjecaj starosne dobi, tjelesne visine, tjelesne težine i menopauze na vrijednosti ultrazvučnih parametara u skupini svih žena (N = 499). Model 2, kojim je ispitan utjecaj gore navedenih prediktorskih varijabli, s izuzetkom menopauze, na vrijednosti ultrazvučnih parametara u 3 podskupine žena.

## REZULTATI

Ovim je istraživanjem utvrđeno da prediktorske varijable (menopauza, starosna dob, tjelesna težina, tjelesna visina i ITM) značajno predviđaju vrijednosti kvantitativnih parametara ultrazvuka

petne kosti (SOS, BUA, QUI i eBMD) u svih žena. Analizom pojedinačnih prediktorskih varijabli utvrđeno je da menopauza statistički značajno predviđa vrijednosti svih ultrazvučnih parametara, dočim starosna dob statistički značajno predviđa vrijednosti svih ultrazvučnih parametara s izuzetkom BUA (tablice 1 – 4). Statističkom analizom ispitanica po podskupinama utvrđeno je da antropometrijski parametri i starosna dob statistički značajno predviđaju vrijednosti parametara kvantitativnog ultrazvuka petne kosti u žena koje su više od 5 godina u menopauzi (tablice 5 – 8). Značajan utjecaj istih prediktorskih varijabli nismo našli u žena generativne dobi, kao ni u žena koje su manje od 5 godina u menopauzi.

**Tablica 1.** Utjecaj menopauze, starosne dobi i antropometrijskih parametara na BUA vrijednosti u svih žena (N = 499)

**Table 1.** Effect of menopause, age and anthropometric parameters on BUA values in all women (N = 499)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
1	0,273	0,655	7,991	5,493	< 0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(493)	P
starosna dob	-0,121	0,070	-0,18	0,10	-1,71	0,086
menopauza	-0,159	0,070	-2,79	1,23	-2,25	0,024
tjelesna visina (cm)	0,010	0,058	0,01	0,03	0,18	0,853
tjelesna težina (kg)	0,044	0,113	0,06	0,15	0,39	0,694
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	0,106	0,119	0,37	0,41	0,89	0,372

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 2.** Utjecaj menopauze, starosne dobi i antropometrijskih parametara na SOS vrijednosti u svih žena (N = 499)

**Table 2.** Effect of menopause, age and anthropometric parameters on SOS values in all women (N = 499)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
1	0,317	0,091	11,06	5,493	< 0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(493)	P
starosna dob	-0,159	0,070	-0,39	0,17	-2,28	0,023
menopauza	-0,189	0,070	-5,52	2,03	-2,71	0,006
tjelesna visina (cm)	0,041	0,058	0,04	0,05	0,71	0,480
tjelesna težina (kg)	-0,141	0,112	-0,32	0,25	-1,26	0,206
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	0,216	0,118	1,25	0,68	1,84	0,066

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 3.** Utjecaj menopauze, starosne dobi i antropometrijskih parametara na QUI vrijednosti u svih žena (N = 499)**Table 3.** Effect of menopause, age and anthropometric parameters on QUI values in all women (N = 499)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
1	0,305	0,084	10,134	5,493	< 0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(493)	P
starosna dob	-0,146	0,070	-0,23	0,11	-2,08	0,037
menopauza	-0,188	0,070	-3,48	1,30	-2,67	0,007
tjelesna visina (cm)	0,026	0,058	0,02	0,04	0,45	0,649
tjelesna težina (kg)	0,058	0,112	-0,08	0,16	-0,52	0,605
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	0,162	0,118	0,60	0,44	1,37	0,172

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 4.** Utjecaj menopauze, starosne dobi i antropometrijskih parametara na eBMD vrijednosti u svih žena (N = 499)**Table 4.** Effect of menopause, age and anthropometric parameters on eBMD values in all women (N = 499)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
1	0,312	0,088	10,649	5,493	< 0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(493)	P
starosna dob	-0,147	0,070	-0,00	0,00	-2,11	0,035
menopauza	-0,193	0,070	-0,02	0,01	-2,77	0,005
tjelesna visina (cm)	0,029	0,057	0,00	0,00	0,51	0,613
tjelesna težina (kg)	-0,071	0,112	-0,00	0,00	-0,63	0,526
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	0,175	0,118	0,00	0,00	1,48	0,139

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 5.** Utjecaj starosne dobi i antropometrijskih parametara na BUA vrijednosti u žena koje su više od 5 godina u menopauzi (N = 190)**Table 5.** Effect of age and anthropometric parameters on BUA values in women who are more than 5 years in menopause (N = 190)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
2	0,301	0,071	4,593	4,185	0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(493)	P
starosna dob	-0,225	0,070	-0,65	0,20	-3,21	0,001
tjelesna visina (cm)	-1,493	0,566	-5,52	2,10	-2,64	0,009
tjelesna težina (kg)	2,914	1,069	6,46	2,37	2,73	0,007
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	-2,709	1,010	-16,69	6,22	-2,68	0,007

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 6.** Utjecaj starosne dobi i antropometrijskih parametara na SOS vrijednosti u žena koje su više od 5 godina u menopauzi (N = 190)  
**Table 6.** Effect of age and anthropometric parameters on SOS values in women who are more than 5 years in menopause (N = 190)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
2	0,311	0,077	4,940	4,185	< 0.001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(185)	P
starosna dob	-0,166	0,071	-0,31	0,132	-2,36	0,020
tjelesna visina (cm)	-1,383	0,568	-3,33	1,369	-2,43	0,015
tjelesna težina (kg)	2,746	1,073	3,97	1,549	2,56	0,011
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	-2,422	1,013	-9,72	4,064	-2,39	0,018

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 7.** Utjecaj starosne dobi i antropometrijskih parametara na QUI vrijednosti u žena koje su više od 5 godina u menopauzi (N = 190)  
**Table 7.** Effect of age and anthropometric parameters on QUI values in women who are more than 5 years in menopause (N = 190)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
2	0,309	0,076	4,877	4,185	< 0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(185)	P
starosna dob	-0,216	0,070	-0,40	0,13	-3,07	0,002
tjelesna visina (cm)	-1,454	0,567	-3,45	1,34	-2,57	0,011
tjelesna težina (kg)	2,860	1,070	4,07	1,52	2,67	0,008
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	-2,613	1,010	-10,32	3,99	-2,59	0,010

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

**Tablica 8.** Utjecaj starosne dobi i antropometrijskih parametara na BMD vrijednosti u žena koje su više od 5 godina u menopauzi (N = 190)  
**Table 8.** Effect of age and anthropometric parameters on eBMD values in women who are more than 5 years in menopause (N = 190)

Model	R	R <sup>2</sup>	F	df	P
2	0,305	0,073	4,745	4,185	0,001

  

Prediktorske varijable	$\beta$	Standardna pogreška $\beta$	B	Standardna pogreška B	t(185)	P
starosna dob	-0,217	0,070	-0,00	0,00	-3,08	0,002
tjelesna visina (cm)	-1,359	0,568	-0,02	0,01	-2,39	0,018
tjelesna težina (kg)	2,700	1,071	0,02	0,01	2,52	0,013
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	-2,458	1,012	-0,06	0,03	-2,43	0,016

ITM – indeks tjelesne mase; R – koeficijent multiple korelacije; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije;  $\beta$  – vektor koeficijenta regresije; B – standardizirani regresijski koeficijent

## RASPRAVA

Ovim je istraživanjem demonstrirano da menopauza i starosna dob najbolje predviđaju vrijednosti parametara kvantitativnog ultrazvuka petne kosti u svih ispitanica. Statističkom analizom ispitanica po podskupinama utvrđeno je da antropometrijski parametri i starosna dob statistički značajno predviđaju vrijednosti parametara kvantitativnog ultrazvuka petne kosti u žena koje su u menopauzi više od 5 godina (tablice 5 – 8).

U menopauzi izostaje povoljan utjecaj hormona na fiziološke procese u koštanom tkivu koji zbog toga postaju katabolični. U takvim uvjetima postignuta tjelesna masa ostaje jedina rezerva koja čuva koštani sustav od bolesti koštano deficitarnosti kakve su osteoporozna i osteopenija.

U suvremenoj medicinskoj dijagnostici ultrazvuk petne kosti prepoznata je *screening* metoda koju struka sve češće koristi u procjeni koštano statusa na velikom populacijskom uzorku<sup>9,10</sup>. Mišljenje je kako su primarni parametri ultrazvuka petne kosti, kao što su to brzina zvučnog vala (SOS) kao i ultrazvučna atenuacija (BUA), ne samo važni u praćenju promjena mineralne gustoće kosti, nego i u procjeni strukture koštano tkiva<sup>8-10</sup>. S ovom spoznajom povećava se važnost ultrazvuka petne kosti u smislu praćenja promjena koštano strukture kao bitne značajke sveukupne kvalitete kosti. S obzirom na to da su prijelomi kralježnice i kuka u osteoporozni direktno uvjetovani narušenom strukturom trabekularne i kortikalne koštano tvari, nalaz primarnih parametara koštano ultrazvuka mogao bi pomoći u prevenciji osteoporoznih prijeloma<sup>7</sup>.

Ovim smo istraživanjem dokazali kako je utjecaj menopauze na koštano status ispitanica zasjenio utjecaj starosne dobi i antropometrijskih parametara, što je u skladu s rezultatima drugih sličnih studija presjeka<sup>4-6</sup>.

Nalaz statistički značajnog utjecaja antropometrijskih parametara i starosne dobi na petnu kost žena koje su više od 5 godina u menopauzi može se objasniti činjenicom da u izostanku hormonskog djelovanja na metabolizam koštano tkiva, koji s vremenom postaje izrazito kataboličan, u mladosti postignuta tjelesna masa ostaje jedina rezerva koja čuva koštano sustav od bolesti koštano deficitarnosti.

## LITERATURA

1. Saadi HF, Reed RL, Carter AO, Duun EV, Qazaq HS, Al-Suhaili AR. Quantitative ultrasound of the calcaneus in Arabian women: relation to anthropometric and lifestyle factors. *Maturitas* 2003;44:215-23.
2. Devine A, Dhaliwal SS, Dick IM, Bollerslev J, Prince RL. Physical Activity and Calcium Consumption Are Important Determinants OF lower Limb Bone Mass in Older Women. *J Bone Miner Res* 2004;19:1634-9.
3. Korperlainen R, Korperlainen J, Heikkinen J, Väänänen K, Keinänen-Kiukaanniemi S. Lifestyle factors are associated with osteoporosis in lean women but not in normal and overweight women: a population – based cohort study of 1222 women. *Osteoporos Int* 2003;14:34-43.
4. Yamaguchi J, Truman G, Cameron ID. Lifestyle factors affecting bone ultrasonometry of the calcaneus in Japanese women. *Calcif Tissue Int* 2000;66:43-6.
5. Babaroutsi E, Magkos F, Manios Y, Sidossis LS. Lifestyle factors affecting heel ultrasound in Greek females across different life stages. *Osteoporos Int* 2005;16:552-61.
6. Adami S, Giannini S, Giorgino R, Isaia GC, Maggi S, Sinigaglia L et al. Effect of Age, Weight and Lifestyle Factors on Calcaneal Quantitative Ultrasound in Premenopausal Women: The ESOPO Study. *Calcif Tissue Int* 2004;74:317-21.
7. Seeman E, Delmas PD. Bone quality – the material and structural basis of bone strength and fragility. *N Engl J Med* 2006;354: 2250-61.
8. Wetter AC, Economos CD. Relationship between quantitative ultrasound, antropometry and sports participation in college aged adults. *Osteoporos Int* 2004;15:799-806.
9. Faulkner KG, Glüer CC, Majumdar S, Lang P, Engelke K, Genant HK. Noninvasive measurements of bone mass, structure, and strength: Current Methods and Experimental Techniques. *AJR Am J Roentgenol* 1991;157:1229-37.
10. Gonnelli S, Cepollaro C. The use of ultrasound in the assessment of bone status. *J Endocrinol Invest* 2002;25:389-97.