



Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

Uticaj fizičke aktivnosti na tjelesni sastav

Ljubica Milanović¹, Bojan Bjelica¹, Borislav Cicović¹, Dušan Đorđević²

¹Fakultet Fizičkog Vaspitanja i Sporta, Univerzitet u Istočnom Sarajevu

²Fakultet Sporta i Fizičkog Vaspitanja, Univerzitet u Nišu



Apstrakt: *Fizička aktivnost predstavlja efikasno sredstvo za poboljšanje tjelesnog sastava žena i muškaraca. Primjena dijetalnog režima ishrane, smanjenje dnevnog kalorijskog unosa i povećanje fizičke aktivnosti, imaju važnu ulogu u ovom procesu. U radu je primjenjen metod introspekcije, izvojeni su radovi čija su istraživanja bila usko vezana sa problematikom rada. Srednji ili visoki intenzitet predstavlja efektivan način za redukciju tjelesnih masti kod populacije muškaraca i žena, međutim, rezultati mogu oscilovati najpre zbog vrste i trajanja aktivnosti, ali najviše zbog uzorka ispitanika, budući da kod fizički neaktivne populacije može doći do kontraindikacija. Program koji je pogodan primjeniti za fizički neaktivne osobe jeste umjereni intenzitet i individualno dozirano opterećenje u skladu sa njihovim mogućnostima.*

Ključne riječi: procenat masti, mišići, voda, kosti



Citation : - Ljubica Milanović , Bojan Bjelica , Borislav Cicović , Dušan Đorđević - Uticaj fizičke aktivnosti na tjelesni sastav - Ita. J. Sports Reh. Po. 2022; 9 (21); 3; 6; 2211 - 2224 ; ISSN 2385-1988 [online] ; IBSN 007-11119-55; CGI J OAJI 0,101). Published Online. Open Access (OA) publishing. **Authorship credit :** “Criteria authorship scientific article” has been used “Equal Contribution” (EC). **Correspondence for author:** Ljubica Milanović Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Istočnom Sarajevu , e mail : milanoviclj85@gmail.com

Uvod

Fizička aktivnost predstavlja sva kretanja koja povećavaju energetska potrošnju iznad potrošnje u miru⁵⁸. Pod ovom vrstom aktivnosti uglavnom se podrazumevaju svakodnevne aktivnosti kao što su hodanje, vožnja bicikla, penjanje uz stepenice, rad u kući, odlazak u nabavku^{55,54}. Vježbanje, sa druge strane, predstavlja plansku i svrsishodnu fizičku aktivnost čiji je primarni cilj unapređenje zdravlja i fizičke kondicije (forme). Karakteristični oblici ove vrste aktivnosti predstavljaju brzo hodanje, vožnja bicikla, aerobik i aktivni hobiji, kao što su baštovanstvo ili takmičarski sport⁴⁶. Za razliku od fizičke aktivnosti i vježbanja, koji predstavljaju bihevioralne procese, fizička kondicija ili forma (fitness) predstavlja zbir atributa kao što su snaga ili izdržljivost koji determinišu kapacitet za obavljanje fizičke aktivnosti³⁸. Fizička forma u velikoj mjeri zavisi od nivoa fizičke aktivnosti, te se različiti programi vježbanja mogu sprovoditi u cilju unapređenja određenih atributa forme. Ipak, fizička forma je takođe i genetski determinisana, tako da pojedine osobe poseduju prirodan kapacitet za visokim nivoom fizičke kondicije¹⁰. Ovakva determinisanost je lakše uočljiva u vrhunskom sportu, posebno kod sportova opšte izdržljivosti ili dizanju tegova, u kojima najbolji takmičari poseduju genetski superioran organizam koji je napornim vježbanjem doveden u stanje maksimalne pripremljenosti. Ipak, dosadašnja istraživanja ukazuju da je redovnost u fizičkoj aktivnosti, pre nego bilo koji genetski faktor, povezana sa zdravljem³⁷. Ujedno, pogrešno je mišljenje da su osobe koje su nekada u prošlosti bile fizičke aktivne, trajno zdravstveno zaštićene, kao i da osobe koje nisu atletske tipovi ne mogu imati koristi od vježbanja⁹.

Na osnovu tjelesne kompozicije može se steći utisak o životnom stilu koji uključuje i dobre i loše navike, a odražava se na strukturu tijela dajući svojevrsno lično obilježje¹⁶. Tjelesni sastav prema Američkoj asocijaciji za zdravlje, fizičko vaspitanje, rekreaciju i ples¹ predstavlja odnos masnog, mišićnog i koštanog tkiva u cjelokupnoj tjelesnoj masi. Tjelesni sastav i fizički izgled se mijenjaju pod uticajem vježbanja. Razvoj snage je uglavnom praćen povećanjem mišićne mase, a povećanje aerobne izdržljivosti često je praćeno smanjenjem potkožnog masnog tkiva⁷³. Gojaznost može da se javi u svim životnim fazama, ali najčešće je uočljivo u periodu pred kraj adolescencije (Kang, 1998). Nivo gojaznosti utiče na fizičku snagu, brzinu, okretnost, snagu mišića i izdržljivost (Ko, 1998). Promjene tjelesnog sastava mogu biti još značajnije, kada se uz specijalno programirano vježbanje primjenjuje i odgovarajući režim⁷³.

Efekti fizičke aktivnosti na mišićnu masu i snagu

Procesom starenja, vidljivo je smanjenje mišićne mase, snage, izdržljivosti i funkcionalnih sposobnosti kod ljudi^{41,12}. Longitudinalne studije pokazale su jasan pad mišićne mase i snage počevši od približno 35 godina starosti³⁰. Gubitak mišićne mase u vezi sa godinama uzrokuje povećan rizik od padova i lomova, fizičke invalidnosti, poremećaja mobilnosti pa čak i smrtnosti⁴³. Sve je više dokaza da će stariji odrasli koji se bave fizičkom

aktivnošću sasvim vjerovatno poboljšati fizičke sposobnosti i imati duži aktivni životni vijek od sedentarnih osoba^{45,25}. Fizička aktivnost takođe ima pozitivan uticaj na sprečavanje pada mišićne mase. Za promociju zdravog starenja važno je razviti načine sprečavanja opadanja mišićne mase. Međutim, malo se zna o tome koja vrsta aktivnosti je najpogodnija za očuvanje zdravlja i najveće benefite za očuvanje mišićne mase i snage^{18,62}. Nedavne longitudinalne studije muškaraca i žena srednjih godina, pokazuju da gubitak mišića i gubitak snage nisu čvrsto povezani³³. Mnoga istraživanja potvrđuju pozitivne efekte treninga sa opterećenjem na mišićnu masu i snagu^{7,36,77,80}, dok kod aktivnosti aerobnog karaktera, treninga izdržljivosti i slično, imamo različite stavove autora^{42,63,64,75,76,77,83}. Međutim, mnoga prethodna istraživanja pokazuju veće efekte vježbanja na snagu mišića nego na masu kod starijih odraslih osoba^{30,75}. Zaključno, upražnjavanje fizičkih aktivnosti ima veliku povezanost sa gubitkom mišićne mase, kao i snage. Fizičke aktivnosti predstavljaju efikasno sredstvo u održavanju normalnog odnosa mišićne mase i snage u procesu starenja i jedan su od osnovnih faktora za prevenciju od povređivanja i mnoštva oboljenja.

Povišena težina je globalni problem s obzirom na to da povezuje brojne faktore rizika od kardiovaskularnih bolesti i komorbiditeta⁵³, to ukazuje na potrebu za daljnjim istraživanjima. Poznato je da zdrave životne navike uz primjenu tjelesne aktivnosti i korigovanja prehrane djeluju zajedno kako bi održale tjelesnu težinu na poželjnom nivou²². Iako dijeta u većoj mjeri doprinosi kratkoročnom mršavljenju²⁶, vježbanje je važno za održavanje ovih gubitaka¹¹.

Uticaj fizičke aktivnosti i korigovane ishrane na procenat masti u tijelu

Vježbanje takođe može olakšati dugoročno pridržavanje zdravih prehrambenih navika i ponašanja. A number of studies have repeatedly shown that exercise transiently suppresses the sensation of hunger and increases the sensation of fullness^{8,31,50,52,67}. Nekoliko studija je analiziralo je li vježbanje uspjelo prilagoditi unos hrane^{24,74}, pokazujući da učešće u fizičkoj aktivnosti kao i trajanju i intenzitetu može doprinijeti regulaciji apetita⁵⁶, ukupnom unosu kalorija⁸⁷ makronutrijentima prehrane^{2,44}, što rezultuje odgovarajućom energetskom ravnotežom. Druga su istraživanja takođe pokazala povezanost između redovne fizičke aktivnosti i psihosocijalnih i motivacijskih faktora povezanih sa zdravijim prehrambenim ponašanjem¹⁵. Međutim, vrsta vježbe koja može izazvati veće fiziološke i promjene u ponašanju, povezane s ponašanjem u prehrani i unosom hrane, ostaje nejasna. Čini se da bi dugotrajne intervencije vježbanja (više od jednog mjeseca) mogle smanjiti dnevni unos energije²⁴. Što se tiče intenziteta napora, neki autori otkrili su da intenzivnija vježba smanjuje osjećaj gladi za vrijeme i nakon njegove prakse⁴⁴. Drugi su autori pokazali da je apsolutni unos kalorija bio superiorniji u vježbanju visokog intenziteta, u odnosu na vježbanje umjerenog intenziteta⁸⁷. Što se tiče načina vježbanja, većina studija uključivala je aerobne vježbe i osobe s redovnom tjelesnom težinom^{87,44}, a rezultati nisu baš konzistentni. Pored toga, u literaturi nedostaju studije o odnosu između vježbanja i dugoročnog pridržavanja dijeta, a koje bi razmotrile sastav prehrane. Stoga je ova studija usmjerena na ispitivanje da li postoji vrsta vježbanja ili prag tjelesne aktivnosti (kategorije dnevnih koraka) koji pogoduje boljem pridržavanju propisane prehrane, većoj motivaciji koja je povezana s prehranom i zdraviji

sastav prehrane u prekomjernoj težini i gojazni subjekti. Da biste stvorili značajan gubitak masnoće, tokom određenog vremena mora se izvesti znatna količina vježbanja. Ograničeni kalorijski unos uz dodatnu fizičku aktivnost rezultuje smanjenjem tjelesne težine i ukupnog procenta masti u sastavu tijela. Bavljenje aerobnim treningom praćenim uzdržanom hranom put je ka vitkijem i zdravijem tijelu te zdravijem i dužem životu.

Uticaj fizičke aktivnosti na procenat vode u tijelu

U ljudskom tijelu otprilike 50-70% tjelesne težine predstavlja voda⁷¹. Dobro je dokumentovano da ukupna tjelesna voda opada s godinama, čak i kod zdravih pojedinaca^{6,32,66}. Smanjenje vode u tijelu je dijelom posljedica povećanja masne mase i smanjenja bezmasne mase koja nastaje tokom procesa starenja. Ovo je od presudne važnosti, posebno kod starijih osoba, jer smanjenje ukupne tjelesne vode može dovesti do smanjenja rada znojenih žlijezda, bubrežne funkcije i reakcije na žeđ^{65,27}, kao i blage do jake dehidracije. Iako se većina studija slaže da dehidracija za 2% tjelesne težine može umanjiti performanse, nekoliko studija pokazuje da čak i dehidracija za samo 1% može negativno utjecati na mentalnu i fizičku sposobnost^{57,69,70,3}. Stoga je važno održavati hidrataciju, jer čak i minimalni nivo dehidracije može negativno uticati na funkcioniranje tijela. Uprkos ovim nalazima, BIA se i dalje koristi zbog svoje pouzdanosti prilikom izračuna TBW i ovaj način je potvrđen u odnosu na druge tehnike^{13,21,23,28,61}. Ukupna tjelesna voda opada postepeno kao dio zdravog starenja, nejasno je može li se to smanjenje pripisati smanjenju unutarćelijskih tečnosti (ICW), vanćelijske tečnosti (ECW) ili njihovom kombinacijom. Kombinovani programi vježbi dovode do najznačajnijih poboljšanja u sastavu tijela u odnosu na aerobni trening ili trening sa opterećenjem^{40,19,17,60}, studije koje ispituju učinke vježbanja na procenat tjelesne vode su rijetke. Pokazano je da između aerobne, opterećenja ili kombinacije ovih programa dovodi do najvećih poboljšanja sastava tijela i ukupnih zdravstvenih parametara^{4,39,72,88}. Zaključno, održavanje ukupne tjelesne vode od najveće važnosti. Ovo se posebno odnosi na starije osobe, jer su promene koje nastaju kao posledica fiziološkog starenja više uticajne na dehidrataciju. Stoga je posebno potrebno ispitati da li programi, poput onih koji utiču na povećanje mišićne mase, a samim time povećavaju i ukupnu vodu u tijelu, poboljšati pad tjelesne vode koja se prirodno javlja s godinama.

Uticaj fizičke aktivnosti na kosti

Mnoga istraživanja pronalaze sponu između procesa vježbanja i uticaja na koštanu masu^{49,81}. Prethodna istraživanja fokusirala su se na potencijal vježbi opterećenja s velikim uticajem za povećanje koštane mase^{51,78} i rizik od prenapona koji uzrokuje prelom kostiju⁸¹. Učinkovita mišićna snaga takođe utječe na koštanu masu, čak i kod žena^{79,81}. Prema^{14,82} čak i stariji ljudi mogu povećati svoju mišićnu masu i snagu i funkcionalni nivo svog tijela dovoljnim vježbanjem, što naknadno utiče na koštanu masu^{14,82}. Generalno, dobro je poznato da fizičke aktivnosti sprečavaju hronične bolesti i smanjuju rizik od prerane smrti. Važno je započeti dobre navike vježbanja u mladosti⁸⁶. Iako postoji mnogo načina vježbanja, kružni trening je

odabran za fokus u ovom istraživanju, jer se i anaerobna i aerobna vježba mogu izvoditi kontinuirano tokom određenog vremenskog perioda. Čini se da ovaj trening utiče na snagu mišića čak i ako je nivo nizak intenzitet vježbanja⁵⁹. Tjelovježba je predložena kao ključni faktor za razvoj zdravih kostiju u djetinjstvu i adolescenciji⁸⁴, uglavnom kada se PA jakog udara i opterećenja javlja⁸⁴ iznad određenog intenziteta i trajanja^{84,47,35}. Longitudinalne studije pokazale su da je uobičajena PA pozitivno povezana sa zdravljem kostiju kod djece i adolescenata zbog svog uticaja na razvoj kostiju^{34,20}. Dugoročni pozitivni efekti PA tokom adolescencije ostaju u mlađoj uzrasnoj dobi kod aktivnih muškaraca starih 24,2 godine. Brojne publikacije povezuju fizičku vježbu, markere metabolizma kostiju i mineralnu gustinu kostiju⁵. Smanjenje koštane mase kod muškaraca do 50 godina i žena u intermenopauzi je otprilike 0,3 do 1,1% godišnje⁸⁵, s ubrzanom stopom gubitka koštane mase kod žena tokom 4 do 8 godina nakon menopauze⁴⁸ uslijed povlačenja estrogena. Utvrđeno je da se za poboljšanje gustine kostiju koštano tkivo mora podvrgnuti mehaničkom opterećenju iznad onog koje se doživljava u svakodnevnim aktivnostima²⁹. Mehaničko opterećenje trebalo bi biti dinamično, novo i uključivati velike veličine naprežanja i brzine rezultirajući značajnim preopterećenjem^{29,68}.

Zaključak

Fizička aktivnost predstavlja efikasno sredstvo za poboljšanje tjelesnog sastava žena i muškaraca. Primjena dijetalnog režima ishrane, smanjenje dnevnog kalorijskog unosa i povećanje fizičke aktivnosti, imaju važnu ulogu u ovom procesu. Srednji ili visoki intenzitet predstavlja efektivan način za redukciju tjelesnih masti kod populacije muškaraca i žena, međutim, rezultati mogu oscilovati najpre zbog vrste i trajanja aktivnosti, ali najviše zbog uzorka ispitanika, budući da kod fizički neaktivne populacije može doći do kontraindikacija. Program koji je pogodan primjeniti za fizički neaktivne osobe jeste umjereni intenzitet i individualno dozirano opterećenje u skladu sa njihovim mogućnostima. U starijoj starosnoj kategoriji preovladavaju aktivnosti aerobnog karaktera, te je stoga potrebno upražnjavati i vježbe snage zbog kompenzacije gubljenja mišićne mase usljed starenja. Pored svega navedenog, fizičke aktivnosti predstavljaju aktivan način života koji doprinosi očuvanju zdravlja i kvaliteta života nezavisno od pola i ostalih karakteristika. Zaključno, fizičke aktivnosti imaju pozitivno dejstvo na strukturu kostiju, što poboljšava njihovu stabilnost i čvrstoću, sprečava povrede i prelome.



Declaration of conflicting interests

Declaration of conflicting interests The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Editor's disclaimer

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.



Literatura

1. AAHPERD (American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance) (1989). *Physical best - the AAHPERD guide to physical fitness education and assessment*. Reston, Va: AAHPERD.
2. Alkahtani, S.A., Byrne, N.M., Hills, A.P., & King, N.A. (2014). Interval training intensity affects energy intake compensation in obese men. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24, 595–604.
3. Armstrong L.E., E, Ganio, M.S., Casa, D.J., Lee, E.C., McDermott, B.P., Klau, J.F., Jimenez, L., Bellego, L.L., Chevillotte, E., & Lieberman, H.R. (2012). Mild dehydration affects mood in healthy young women. *The Journal Nutrition*, 142, 382-388.
4. Askew, E.W. (1996). *Water in Present Knowledge in Nutrition (7th ed)*, edited by Ziegler, E.E., Filer, L.J., & Washington D.C. International fatness indicates the large significant effect of this body Life Sciences Institute, pp 98–107.
5. Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*. 56, 1–54.
6. Baumgartner, R.N. (1998). Electrical Impedance and Total Body Electrical Conductivity. In “Human Body Composition” (AF Roche, SB Heymsfield and TG Lohman, eds.). *Journal Human Kinetics*, Champaign, IL, 79-107.
7. Binder, E.F., Yarasheski, K.E., Steger-May, K., Sinacore, D.R., Brown, M., Schechtman, K.B., & Holloszy, J.O. (2005). Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: Results of a randomized, controlled trial. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 60, 1425-143.
8. Boreham, C.A., & McKay, HA. (2011). Physical activity in childhood and bone health. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 877–9.
9. Buchowski, M.S., Townsend, K.M., Chen, K.Y., Acra, S.A., & Sun, M. (1999). Energy expenditure determined by self-reported physical activity is related to body fatness. *Obesity Research*, 7, 23–33.
10. Blair, S. N., LaMonte, M. J., & Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *The American Journal of Clinical Nutrition*. 79(5), 913-920.
11. Blundell, J.E., Gibbons, C., Caudwell, P., Finlayson, G. & Hopkins, M. (2015). Appetite control and energy balance: impact of exercise. *Obesity Reviews*, 16, 67–76.
12. Brooks, S.V. & Faulkner, J.A. (1994). Skeletal muscle weakness in old age: underlying mechanisms. *Medicine Science Sports Exercise*, 26, 432–439.
13. Brodie, D., Moscrop, V.J, Hutcheon R.(1998). Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition Journal*, 14, 296-310.
14. Carrasco, P.M., Navarro, S.M.D., & Martínez, G.M.I. (2016). Reche OD. Daily physical activity impact in old women bone density and grip strength. *Nutricion Hospitalaria Journal*, 33, 1305–1311.
15. Carraça, E.V., Silva, M.N., Coutinho, S.R., Vieira, P.N., Minderico, C.S., Sardinha, L.B., & Teixeira, P.J. (2013). The association between physical activity and eating self-regulation in overweight and obese women. *Obesity Facts*, 6, 493–506.
16. Corbin, C.B., & Lindsey, R. (1997). *Concepts of physical fitness*. McGraw-Hill .



17. Church, T.S., Blair, S.N., Cocreham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., Mikus, C.R., Myers, V., Nauta, M., Rodarte, R.Q., Sparks, L., Thompson, A., & Earnest, C.P. (2010) Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized control trial. *JAMA*, 304, 2253-2262.
18. Chin, A.P.M., Van Poppel, M.N., Twisk, J.W., & Van Mechelen, W. (2004). Effects of resistance and all-round, functional training on quality of life, vitality and depression of older adults living in long-term care facilities: A 'randomized' controlled trial. *BioMed Central Geriatrics*, 4, 513.
19. Davidson, L.E., Hudson R, Kilpatrick K, Kuk, J.L., McMillan, K., Janiszewski, P.M, Lee, S., Lam, M., & Ross, R. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized control trial. *Internacional Archives of Internal Medicine*, 169, 122-131.
20. DA Bailey, M.H., Mirwald, R.L., Crocker, P.R., & Faulkner, RA. (1999). A six year longitudinal study of the relationship of PA to BMAccrual in growing children. *Journal Bone Mineral Research*. 14,1672–9.
21. DeLorenzo, A., Andreoli, A., Matthie J, Withers, P. (1997). Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *Journal of Applied Physiology*, 82, 1542-1558.
22. Dombrowski, S.U., Knittle, K., Avenell, A., Araújo-Soares, V., & Snihotta, F.F. (2014). Long term maintenance of weight loss with non-surgical interventions in obese adults: Systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials. *The British Medical Journal*, 348, g2646.
23. Ellis, K.J. & Wong, W.W. (1998). hydrometry: Comparison of multifrequency bioelectrical impedance with 2H₂O and bromine dilution. *Journal Applied Physiology*, 85, 1056-1062.
24. Elder, S.J. & Roberts, S.B. (2007). The effects of exercise on food intake and body fatness: A summary of published studies. *Nutrition Reviews*, 65, 1–19.
25. Ferrucci, L., Izmirlian, G., Leveille, S., Phillips, C.L, Corti, M.C., Brock, D.B., & Guralnik, J.M. (1999). Smoking, physical activity, and active life expectancy. *American Journal Epidemiology*, 149 , 645-653.
26. Fisher, G., Hyatt, T.C., Hunter, G.R., Oster, R.A., Desmond, R.A., & Gower, B.A. (2011). Effect of diet with and without exercise training on markers of inflammation and fat distribution in overweight women. *Obesity Reviews*, 19, 1131–1136.
27. Fishchback, F.T., & Dunning MB. (2004). *A manual of laboratory and diagnostic tests 7th edition*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, pp. 964-969.
28. Foster, K.R. & Lukaski, H.C. (1996). Whole-body impedance what does it measure? *American Journal of Clinical Nutrition*, 64, 388-396.
29. Frost, H.M. (1987). Bone "mass" and the "mechanostat": a proposal. *The Anatomical Record* 219, 1-9.
30. Frontera, W.R., Meredith, C.N., O'Reilly, K.P., Knuttgen, H.G., & Evans, W.J. (1998). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal Applied Physiology*, 64, 1038–1044.
31. Frontera, W.R., Hughes, V.A., Fielding, R.A., Fiatarone, M.A., Evans, W.J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal Applied Physiology*, 88, 1321-1326.
32. Gallagher, D., Visser M., De Meersman, R.E., Sepulveda, D., Baumgartner, R.N., Pierson, R.N., Harris, T., & Heymsfield, S.B. (1997). Appendicular skeletal muscle mass: Effects of age, gender, and ethnicity. *Journal of Applied Physiology*, 83, 229-239.
33. Goodpaster, B., Park, S., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., Schwartz, A., Simonsick, E, Tylavsky, F., Visser, M. & Newman, A. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass and



- quality in older adults: the health, aging and body composition study. *Journal Gerontology A Biological Sciences and Medicine & Science*, 1059–1064.
34. Gustavsson, A., Thorsen, K., & Nordstrom, P. (2003). A 3-year longitudinal study of the effect of physical activity on the accrual of bone mineral density in healthy adolescent males. *Calcified Tissue International*, 73, 108–114.
 35. Gracia-Marco, L., Moreno, L.A., Ortega, F.B., Leon, F., Sioen, I., Kafatos, A., Martinez-Gomez, D., Widhalm, K., Castillo, M.J., & Vicente-Rodriguez. (2011). Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents the HELENA study. *American Journal of Preventive Medicine*, 40, 599–607.
 36. Hanson, E.D., Srivatsan, S.R., Agrawal, S., Menon, K.S., Delmonico, M.J., & Wang, M.Q. (2009). Effects of strength training on physical function: Influence of power, strength, and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2627–2637.
 37. Heinonen, A. (2001). Biomechanics. In., 1st edn. Edited by Khan K; McKay. H. & Kannus, P. Champaign (IL). *Physical activity and bone health: Human Kinetics*, 23–34.
 38. Hofman, J. (2006). *Norms for Fitness, Performance and Health. Human Kinetics*.
 39. Ho, H., Saudicani, P., & Guntelberg, F. (1992). Physical fitness or physical activity as a predictor of ischaemic heart disease. A 17-year follow up in the Copenhagen Male Study. *Journal of Intern Medicine*, 232, 471–9.
 40. Ho, S.S., Dhaliwal, S.S., Hills, A.P., & Pal, S. (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMI Public Health*, 12, 704.
 41. Hunter, G.R., McCarthy, J.P., & Bamman, M.M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34, 329–348.
 42. Izquierdo, M., Ibanez, J., Hakkinen, K., Kraemer, W.J., Larrion, J.L., & Gorostiaga, E.M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 435–443.
 43. Janssen, I., Baumgartner, R.N., Ross, R., I.H. Rosenberg, R. Roubenoff, J. (2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *American Journal Epidemiology*, 159, 413–421.
 44. Jokisch, E., Coletta, A., & Raynor, H.A. (2012). Acute energy compensation and macronutrient intake following exercise in active and inactive males who are normal weight. *Appetite*, 58, 722–729.
 45. Keysor, J.J. (2003). Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence. *American Journal Preventive Medicine*, 25, 129–136.
 46. Kostić, R. (2009). *Bazične fitnes komponente. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja*.
 47. Khan, K., McKay, P., Kannus, P., Bailey, D., Wark, J., & Bennell, K. (2001). Physical activity and bone health. *Human Kinetics*, 23–24.
 48. Khosla, S. & Riggs, B.L. (2005). Pathophysiology of age-related bone loss and osteoporosis. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 34, 1015–1030.
 49. Laabes, E.P., Vanderjagt, D.J., Obadofin, M.O., Sendeht, A.J., & Glew, R.H. (2008). Assessment of the bone quality of black female athletes using quantitative ultrasound. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48, 502–508.
 50. Leveille, S.G., Guralnik, J.M., Ferrucci, L., Langlois, J.A. (1999). Aging successfully until death in old age: opportunities for increasing active life expectancy. *American Journal Epidemiol*, 149, 654–664.



51. Lima, F., De Falco, V., Baima, J., Carazzato, J.G., & Pereira, R.M. (2001). Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 33(8), 1318–1323.
52. Lowe, C.J., Hall, P.A., Vincent, C.M., Luu, K. (2014). The effects of acute aerobic activity on cognition and cross-domain transfer to eating behavior. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 267.
53. Lu, Y., Hajifathalian, K., Ezzati, M., Woodward, M., Rimm, E.B., & Danaei, G. (2013). Global Burden of Metabolic Risk Factors for Chronic Diseases Collaboration (BMI Mediated Effects). Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight and obesity on coronary heart disease and stroke: A pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1.8 million participants. *Lancet*, 383, 970–983.
54. Lustyk, M.K., Widman, L., Paschane, A.E., & Olson, K.C. (2004). Physical activity and quality of life: Assessing the influence of activity frequency, intensity, volume and motives. *Behavioral Medicine*. 30, 124–131.
55. Maltby, J., & Day, L. (2001). The relationship between exercise motives and psychological well-being. *Journal of Psychology*, 135, 651–660.
56. Martins, C., Kulseng, B., King, N.A., Holst, J.J., & Blundell, J.E. (2012). The effects of exercise-induced weight loss on appetite-related peptides and motivation to eat. *The Journal Clinical Endocrinology Metabolism*, 95, 1609–1616.
57. Maughan, R.L. Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. *European Journal Clinical Nutrition Nature*, 57, 519-523.
58. Moon, J.R. (2013). Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bio impedance analysis technique. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1, 54-59.
59. Paoli, A., Pacelli, Q.F., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Battaglia, G., Sergi, G., Bolzetta, F., & Bianco, A. (2013). Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Journal of Lipids Health Disease*, 12, 131.
60. Park, D.H. & Ransone, J.W. (2003). Effects of submaximal exercise on high-density lipoproteincholesterol subfractions. *International Journal Sports Medicine*, 24, 245-251.
61. Patel, R.V., Matthie, J.R., Withers, P.O., Peterson, E.L., & Zarowitz, B.J. (1994). Estimation of total body water and extracellular water using single- and multiple-frequency bioimpedance. *Annals of Pharmacotherapy*, 28, 565-569.
62. Penninx, B.W., Rejeski, W.J., Pandya, J., Miller, M.E., Di Bari, M., Applegate, W.B., et al. (2002). Exercise and depressive symptoms: A comparison of aerobic and resistance exercise effects on emotional and physical function in older persons with high and low depressive symptomatology. *Journals of Gerontology Series B-Psychological Sciences and Social Sciences*, 57, 124-132.
63. Pogliaghi, S., Terziotti, P., Cevese, A., Balestreri, F., & Schena, F. (2006). Adaptations to endurance training in the healthy elderly: Arm cranking versus leg cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 97, 723-731.
64. Posner, J.D., Gorman, K.M., Windsor-Landsberg, L., Larsen, J., Bleiman, M., & Shaw, C. (1992). Low to moderate intensity endurance training in healthy older adults: Physiological responses after four months. *Journal of American Geriatrics Society*, 40, 1-7.
65. Phillips, P.A., Rolls, B.J., Ledingham J.G., Forsling, M.L., Morton, J.J., Crowe, M.J., & Wollner, L. (1984). Reduced thirst after water deprivation in healthy elderly men. *New England Journal of Medicine*, 311, 753–759.



66. Ritz, P. (2001). *Investigators of the Source Study and of the Human Nutrition Research Centre-Auvergne. Chronic cellular dehydration and the aged patient. Journal Gerontol Biological Sciences & Medicine Science*, 56, 349–352.
67. Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan Van Kan, G., Morley, J.E., Cesari, M. & Onder, G. (2008). *Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. Journal of Nutrition, Health Aging*, 12, 433-450.
68. Rubin, C.T. & Lanyon, L.E. (1984). *Regulation of bone formation by applied dynamic loads. The Journal Bone and Joint Surgery American*, 66, 397–402.
69. Sawka, M.N. & Pandolf, K.B. (1990). *Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine* 3, 1-38.
70. Sawka, M.N. (1992). *Physiological Consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. Medicine Science Sports Exercise*, 24, 657-670.
71. Sawka, M.N. & Coyle, E.F. (1999). *Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. Exercise Sport Science Reviews*, 27, 167-218.
72. Sigal, R.J., Alberga, A.S., Goldfield, G.S., Hadjiyannakis, S., Gougeon, R., Phillips, P., Tulloch, H., Malkolm, J., Doucette, S., Wells, G.A., Jinhui, M., & Kenny, G.P. (2014) *Effects of aerobic training, resistance training, or both on percentage body fat and cardiometabolic risk markers in obese adolescents: the healthy eating aerobic and resistance training in youth randomized clinical trial. JAMA Pediatrics*, 168, 1006-1014.
73. Stojiljković, S., Đorđević-Nikić, M., & Macura, M. (2005). *Influence of individual programmed exercises and nutrition on the body composition of recreational population. Sport Science*, 138.
74. Schubert, M.M., Sabapathy, S., Leveritt, M., & Desbrow, B. (2014). *Acute exercise and hormones related to appetite regulation: A meta-analysis. Sports Medicine*. 44, 387–403.
75. Sipila, S. & Suominen, H. (1995). *Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. Journal Applied Physiology*, 78, 334–340.
76. Sipila, S., Multanen, J., Kallinen, M., Era, P., & Suominen, H. (1996). *Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. Acta Physiologica Scandinavia*, 156, 457-464.
77. Strasser, B., Keinrad, M., Haber, P., & Schobersberger, W. (2009). *Efficacy of systematic endurance and resistance training on muscle strength and endurance performance in elderly adults a randomized controlled trial. Wiener Klinische Wochenschrift*, 121, 757-764.
78. Takahata, Y., Wang, D.H., Anai, T., & Ogino, K. (2012). *Relation of prenatal and postnatal status to calcaneus quantitative ultrasound in adolescents. Acta Medica Okayama*, 66, 221–229.
79. Takahata, Y. (2017). *Relationship between muscle-building exercises and calcaneus quantitative ultrasound results in adolescents. Journal Preventive Medicine*, 11, 104–109.
80. Treuth, M.S., Ryan, A.S., Pratley, R.E., Rubin, M.A., Miller, J.P., Nicklas, B.J., et al. (1994). *Effects of strength training on total and regional body composition in older men. Journal of Applied Physiology*, 77, 614-620.
81. Vinther, A., Kanstrup, I.L., Christiansen, E., Alkjaer, T., Larsson, B., Magnusson, S.P., & Aagaard, P. (2006). *Exercise-induced rib stress fractures: influence of reduced bone mineral density. Scandinavian Journal Medicine Sci Sports*, 15, 95–99.
82. Villareal, D.T., Aguirre, L., Gurney, A.B., Waters, D.L., Sinacore, D.R., Colombo, E., Villareal, R.A., & Qualls, C. (2017). *Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. New England Journal of Medicine*, 376, 1943–1955.
83. Vitiello, M.V., Wilkinson, C.W., Merriam, G.R., Moe, K.E., Prinz, P.N., Ralph, D.D., et al. (1997). *Successful 6-month endurance training does not alter insulin-like growth factor-I in*



- healthy older men and women. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 52, 149-154.
84. Vicente-Rodriguez, G. (2006). How does exercise affect bone development during growth? *Sports Medicine*, 36, 561–9.
85. Warming, L., Hassager, C., & Christiansen, C. (2002). Changes in bonemineral density with age in men and women: a longitudinal study. *Osteoporosis International*, 13, 105–1124.
86. Warburton, D.E.R., Nicol, CW., & Bredin, S.S.D. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174, 801–809.
87. Whybrow, S., Hughes, D.A., Ritz, P., Johnstone, A.M., Horgan, G.W., King, N., Blundell, J.E. & Stubbs, R.J. (2008). The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behaviour and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. *British Journal of Nutrition*. 100, 1109–1115.
88. Yavari, A., Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar, M., Mobasseri, M. (2012). Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycemic control in patients with type 2 diabetes. *Biology of Sport*, 29, 135-143.



