

# Kako pratiti svoju tjelesnu aktivnost

## *How to Monitor Your Physical Activity?*

**IVO DARKO GABRIĆ**

KBC Sestre milosrdnice, Vinogradska 29, Zagreb

**SAŽETAK** \_\_\_\_\_ Redovita tjelesna aktivnost u svakoj dobi povezana je sa sniženjem rizika od gotovo svih bolesti. Međutim, usprkos sve većoj svjesnosti o potrebi tjelesne aktivnosti, incidencija pretilosti, kao i kardiovaskularnih bolesti u porastu je. Uzrok tomu jest nedostatak adherencije i redovitog praćenja tjelesne aktivnosti. Upravo u tome veliku nam pomoć posljednjih godina pruža razvoj mobilne tehnologije za praćenje tjelesne aktivnosti. Njezina prednost utvrđena je u brojnim kontroliranim studijama, kao i u svakodnevnom životu. Bez obzira na to o kojem se uređaju, programu ili mobilnoj aplikaciji za praćenje aktivnosti radi, najbitnija je njihova redovita uporaba. Sustavnim praćenjem svakodnevne aktivnosti, kao i trendova tjednih i mjesečnih aktivnosti postiže se bolja kontrola razlike između učinjene i planirane aktivnosti. Time se zdravstvenim radnicima omogućava individualni pristup u određivanju potrebne aktivnosti ovisno o dobi, kondiciji i eventualnim kroničnim bolestima.

**KLJUČNE RIJEČI:** tjelesna aktivnost, praćenje, uređaji za praćenje tjelesne aktivnosti

**SUMMARY** \_\_\_\_\_ Regular physical activity at any age is connected with a reduced risk of almost all diseases. However, despite the increased awareness of the need for physical activity, the incidence of obesity and cardiovascular diseases is on the rise. The cause for this is the lack of adherence and regular tracking of physical activity. The development of mobile technology for tracking physical activity has been of great help in the last couple of years. The benefits of using such technology have been confirmed in numerous controlled studies, as well as in everyday life. No matter what device, programme or mobile application is used to track physical activity, regular usage is essential. Systematic tracking of daily, as well as weekly and monthly activity trends enables better control of variation between the planned and performed activity. As a result, healthcare professionals are provided with an individual approach to the determination of necessary activity, depending on age, physical condition and possible chronic diseases.

**KEY WORDS:** physical activity, tracking, physical activity tracking devices



### Utjecaj tjelesne aktivnosti na zdravlje

Sjedilački način života prepoznat je kao neovisni čimbenik rizika od razvoja niza bolesti. Smatra se da je smanjena tjelesna aktivnost (TA) trenutačno četvrti vodeći čimbenik rizika od smrti u svijetu. Osim toga, procjenjuje se da je oko 12% svih smrti u Sjedinjenim Američkim Državama povezano s nedostatkom redovite tjelesne aktivnosti i da je tjelesna neaktivnost povezana s barem dvostrukim povišenjem rizika od koronarne bolesti srca (KBS) (1). Stoga Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje 150 minuta umjerene tjelesne aktivnosti svakog tjedna za odrasle i 60 minuta na dan za djecu i adolescente. Međutim, 25% odraslih i više od 80% adolescenata ne postižu preporučene ciljeve TA. Rezultati studije Tromsø, najdulje provedene populacijske studije u Norveškoj, pokazuju da samo 30,4% žena i 22,0% muškaraca doseže preporučeni cilj (2). Usprkos sve većoj svjesnosti nedostatak TA i nepravilna prehrana utječu na prekomjernu pretilost koja se povećala tijekom posljednjih dvaju desetljeća i procjenjuje se da će do 2030. godine 38% odraslih biti prekomjerne težine, a još 20% pretilo (BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>) (3).

Smjernice Američke kardiološke asocijacije (AHA) i Američkog koledža sportske medicine (ACSM) upozoravaju da je potrebno minimalno 30 minuta aerobne aktivnosti umjerenog intenziteta pet dana u tjednu ili najmanje 20 minuta vrlo intenzivne aktivnosti tri dana u tjednu, a pritom se mogu primijeniti i neke od kombinacija tih dvaju tipova vježbanja. Preporučene smjernice za aerobne aktivnosti smatraju se dodatkom svakodnevnim aktivnostima (4). Prema definiciji, aerobna tjelovježba uključuje aktivnost velikih mišićnih skupina i mora trajati najmanje 10 minuta. Primjeri aerobnih aktivnosti uključuju brzo hodaње, trčanje, plivanje, aerobik u vodi, grupne aerobne vježbe, ples, vožnju biciklom i upotrebu opreme s kardioprogramom vježbanja (npr., steperi, orbitreci, kućni bicikli i staze za trčanje).

Spomenute se smjernice uglavnom baziraju na dokazima dugoročnih opservacijskih studija koje pokazuju da oni koji redovito vježbaju imaju znatno manje KBS-a i niži rizik od nagle srčane smrti (5). Randomizirano kliničko ispitivanje fizičke aktivnosti teško je napraviti, jer s etičkog ili praktičnog stajališta nije moguće spriječiti ispitanike

u kontrolnoj skupini da ne počnu s vježbanjem. S druge strane, ispitanici u grupi onih koji vježbaju često odustaju. Stoga nakon nekoliko godina ispitivanja razina vježbanja najčešće bude slična u objema skupinama i nemoguće je procijeniti dobit od vježbanja (6).

Poseban je problem nedostatak TA u adolescentskoj i starijoj dobi. Starenjem ljudi hodaju sporije, imaju neujednačene obrasce hoda, a često im je potrebna i određena pomoć pri hodu. Postoje uvjerljivi dokazi iz metaanaliza i Cochraneova pregleda koji pokazuju dobit od vježbanja u starijih osoba, osobito kada je planirano i strukturirano radi poboljšanja ili održavanja fizičke kondicije i zdravlja (7). Dobit od vježbanja u starijih ne uključuje samo prevenciju i liječenje sve češćih kroničnih stanja kao što su KV bolesti već, što je i važnije, poboljšava kvalitetu života (8). Upravo je radi toga povećanje fizičke aktivnosti jedna od važnih strategija za smanjivanje morbiditeta povezanog sa starenjem (9).

U populacijskim studijama dokazano je da ispitanici s najviše TA imaju 30 do 40% niži rizik od razvoja kardiovaskularnih bolesti (KVB) (10). Ta povezanost između količine vježbanja i rizika od KVB-a stalna je bez obzira na dob, spol ili etničku pripadnost (11), bilo u primarnoj bilo u sekundarnoj prevenciji (12). U nedavnoj metaanalizi koja se temeljila na 45 studija sa 150.000 ispitanika i s prosječnim praćenjem od 8,9 godina za smrtnost od svih uzroka i 7,4 godine za KV smrtnost utvrđeno je da zamjena sjedenja fizičkom aktivnosti smanjuje ukupni i kardiovaskularni mortalitet. Za osobe koje sjede 6 do 8 ili više sati na dan rizik iznosi: HR = 1,04 (95%-tni CI = 1,02 – 1,06) za smrtnost od svih uzroka i 1,07 (95%-tni CI = 1,03 – 1,12) za KV smrtnost. Mijenjanje jednog sata sjedenja jednim satom aktivnosti bilo je povezano sa smanjenjem mortaliteta od svih uzroka HR = 0,97 (95%-tni CI = 0,96 – 0,99) i od KV smrtnosti HR = 0,94 (95%-tni CI = 0,91 – 0,98) (13).

## Tehnologija mjerača tjelesne aktivnosti

Posljednje desetljeće svjedoci smo ubrzanog razvoja mobilne tehnologije, a to je potaknulo razvoj posebnih programa kontrole TA i tjelesne težine s pomoću mobilnih aplikacija (14), tekstualnih poruka (15) ili *web*-stranica (16). Takvi programi često se nazivaju *e-zdravlje* (elektroničko zdravlje). Uobičajeni mobilni uređaji koji se danas rabe uključuju pametne telefone, tablete i iPod® (17). Ova se tehnologija pokazala učinkovitom u promicanju individualne promjene ponašanja i gubitka tjelesne težine (18). Uz mobilnu tehnologiju posebno mjesto zauzima tehnologija praćenja aktivnosti koju korisnik nosi na sebi. Takvi uređaji najčešće dolaze u obliku narukvice, sata ili privjeska koji daju informacije o dnevnim aktivnostima poput ukupnog broja koraka, pulsa i potrošnje energije (19). Tijekom 2016.

prodavači diljem svijeta isporučili su 102 milijuna uređaja, u usporedbi s 82 milijuna u 2015. godini. Pedeset i sedam posto tih uređaja proizvelo je prvih pet kompanija: *Fitbit*®, *Xiaomi*®, *Apple*®, *Garmin*® i *Samsung*®. To tržište je u stalnom porastu – i s obzirom na broj prodanih uređaja i na sve veći broj dostupnih modela (20, 21). Uporabom raznih senzora i kompjutorskih algoritama ti uređaji izračunavaju optimalnu tjelesnu aktivnost, a mnoštvo novih uređaja obećava mjerenje TA novim i poboljšanim načinima.

Tradicionalni brojači koraka rabe pedometre za detekciju broja koraka. Ali jeftini i energetske učinkoviti pedometri nisu točni kao akcelerometri, koji su danas „zlatni standard“ za prikupljanje podataka o TA (22). Stoga se akcelerometri koriste u svim modernim uređajima za praćenje vježbanja i pametnim satovima. Oni mjere ubrzanje u tri dimenzije i mogu se rabiti za procjenu vrsta kretanja, brojiti korake, izračunati potrošnju energije i energijski intenzitet, a i procijeniti uzorak spavanja. Pouzdanost tih podataka varira. Primjerice, Evenson i suradnici utvrdili su 2015. veliku točnost u mjerenju koraka, dok su potrošnja energije i uzorak spavanja točni samo u rijetkim uređajima (19). Osim toga, neki nosivi uređaji imaju žiroskop, magnetometre, barometre i visinomjere. Žiroskopi povećavaju točnost uređaja mjerenjem gravitacijskog ubrzanja, orijentacije i kutne brzine, a i bolje procjenjuju koju vrstu aktivnosti korisnik obavlja (23). Magnetometar je digitalni kompas i može poboljšati točnost praćenja pokreta detektiranjem orijentacije uređaja u odnosu prema magnetskom sjeveru. Magnetometri poboljšavaju točnost kompenzacijom za nošenje žiroskopa. Svi se oni često kombiniraju u inercijalnu mjernu jedinicu (IMU). Većina pametnih telefona rabi IMU za izračunavanje orijentacije, a ona se upotrebljava i u sve više nosivih fitness-uređaja. Također, postoje visinomjeri koji otkrivaju promjene u visini i mogu se iskoristiti za poboljšanje nekih mjernih podataka, kao i za izvješćivanje o dodatnim mjerilima (npr., pri penjanju uza stube) te fotopletizmografija (PPG). Riječ je o relativno novom senzoru u uređajima za mjerenje fizičke aktivnosti koji s pomoću optičke tehnike praćenjem promjena volumena krvi ispod kože procjenjuje srčanu frekvenciju (24). Svjetlosna dioda projicira svjetlo na kožu koja ga ovisno o količini protoka krvi više ili manje reflektira natrag na senzor. Metoda je još prilično nepouzdana zbog niza interakcija s diodnim svjetlom. Radi preciznijeg prikupljanja podataka o TA-u neki uređaji imaju ugrađen prijamnik sustava globalnog pozicioniranja (GPS). To posebno vrijedi kod uređaja visoke klase za praćenje fitnesa i sportskih satova koji su posebno razvijeni za fizički aktivne ljude. S pomoću GPS-a može se pratiti više podataka, uključujući položaj, brzinu i nadmorsku visinu.

U studiji Henriksena i suradnika utvrđeno je samo devet

uređaja koji podupiru svih pet senzora. Među 11 najrelevantnijih marka samo *Fitbit Surge*, *Garmin Forerunner 935*, *Garmin Quatix 5*, *Samsung Gear S* i *TomTom Adventure* spadaju u ovu kategoriju. Većina uređaja (68%) podupire samo jedan senzor uz akcelerometar. Od trenutno dostupnih robnih marka pet najčešće upotrebljivanih u istraživačkim projektima jesu *Fitbit*<sup>®</sup>, *Garmin*<sup>®</sup>, *Misfit*<sup>®</sup>, *Apple*<sup>®</sup> i *Polar*<sup>®</sup>. Te su marke dulje prisutne na tržištu i isporučuju velik broj uređaja. Međutim, velik broj članaka, studije provjere pouzdanosti ili velik broj kliničkih studija ne podrazumijevaju automatski točnost ili pouzdanost samog uređaja. Ipak, više studija pokazuje zanimanje istraživača za implikaciju ovih uređaja u praksi (tablica 1.). Osim broja dostupnih senzora, pri izboru uređaja rabe se i drugi potencijalni relevantni kriteriji, uključujući cijenu, dostupnost, mobilnu potporu, značajke povezanih aplikacija, izgled, trajanje baterije, kvalitetu izrade, vodootpornost, povezivost i upotrebljivost (25).

## Primjena uređaja za praćenje tjelesne aktivnosti

Uređaji za praćenje TA često se mogu povezati s mobilnom aplikacijom (ili aplikacijama) na kojoj putem pametnog telefona, tableta ili računala korisnik bilježi svoju aktivnost te prati trendove aktivnosti (26). Uređaji se mogu integrirati s komercijalnim programima fitnesa i mršavljenja te se tako može odrediti dnevna količina vježbanja (27). Upravo je mjerenje TA ključno jer korisnik dobiva vrijedne informacije o razlici između učinjene i potrebne aktivnosti. Pritom je za brojenje koraka bolji položaj na struku od onoga na ručnom zglobu jer ima manje pogrešnih interpretacija pokreta (28). Bez obzira na varijabilnosti različitih pozicija nošenja, najtočnije rezultate daje kontinuirano nošenje uređaja za praćenje aktivnosti na istoj poziciji.

Dosad je objavljen niz publikacija koje se bave prednostima praćenja TA s pomoću nosivih uređaja većinom u sredovječnih i starijih ispitanika, a uglavnom su fokusirane na gubitak tjelesne težine i povećanje aktivnosti (29). Heterogenost i različita metodologija tih studija ograničavaju upotrebu sustavne metaanalize. Ipak su Cheatham i suradnici od 7182 publikacije izdvojili njih 25 za sustavnu metaanalizu. Utvrdili su da u sredovječnih ili starijih ispitanika kratkotrajni (< 6 mj.), multimodalni programi mršavljenja koji rabe tehnologiju praćenja aktivnosti smanjuju tjelesnu masu i povećavaju TA više nego standardni intervencijski programi. Za mlađe odrasle ispitanike (18 – 30 g.) u literaturi nije bilo dovoljno podataka, a dostupni radovi pokazuju da u njih dobrobit od programa vježbanja baziranih na nosivim tehnologijama praćenja nije tolika kao u sredovječnih i starijih (30). U metaanalizu Straitona i suradnika uključeno je 8 mjerača TA koje su ispitanici nosili na struku (50%), ručnom zglobu

(40%) i gležnju (10%). Utvrđena je visoka vrijednost korelacije u dnevnom broju koraka između svih osam mjerača aktivnosti i referentnog komparatora. S druge strane, u većine ispitanika broj dnevnih koraka bio je precijenjen, bez obzira na mjesto nošenja uređaja. Ispitanici (srednja dob  $67 \pm 10,03$ ) praćeni su tijekom četiri tjedna uz prosjek od 7117 koraka na dan ( $\pm 5,880,6$ ). Mjerenje fizičke aktivnosti pokazalo se nužnim kada je riječ o starijim osobama kojima pomaže da se potpuno i samostalno uključe u svoje okruženje, posebno kad je riječ o promjenama njihovih kompleksnih životnih navika (31).

Istraživanja su pokazala da će do 50% ispitanika koji započnu program vježbanja odustati u prvih 6 mjeseci, a u prosjeku samo 20% odraslih u dobi od 65 do 74 godine ostvaruje 30 minuta umjerene fizičke aktivnosti 5 dana u tjednu. Nosivi uređaji s praćenjem TA mogu osigurati dodatnu motivaciju da ispitanik ostane u skladu sa svojim programom vježbanja. Upravo je tih prvih 6 mjeseci programa presudno u razvijanju temeljnih obrazaca ponašanja (32). Uključivanje nosive tehnologije praćenja aktivnosti također može pružiti način kontinuiranog praćenja programa vježbanja, što omogućuje da se programi prema potrebi individualno prilagode. Sve to utječe na bolju adherenciju korisnika za programe mršavljenja i vježbanja. Individualnom se uporabom ove tehnologije i pripadajućih *web*-stranica te mobilnih aplikacija za pametne telefone prikladno može pratiti i bilježiti vlastiti napredak. Dodatna motivacija za vježbanje može se postići razmjenom informacija o TA putem socijalnih mreža (33).

Treba spomenuti da su bolesnici s kroničnim bolestima zbog učestalih simptoma poput otežanog disanja ili umora (npr., bolesnici s KOPB-om ili srčanim zatajivanjem) skloni svakodnevnim ograničenjima fizičkih aktivnosti (34). Studije su pokazale da se u tih bolesnika može postići znatno kliničko poboljšanje redovitim TA s planiranim programima uz praćenje već spomenutim uređajima (35). Ipak, postoji znatna podzastupljenost starijih bolesnika tako da zasad nema dovoljno relevantnih studija o TA pri liječenju mnogih kroničnih stanja (36).

## Zaključak

Razvoj mobilne tehnologije posljednjih godina omogućava redovito mjerenje i praćenje TA. Time se povećava adherencija korisnika za vježbanje te omogućuje zdravstvenim i fitnes-profesionalcima individualizacija pristupa svakom korisniku. Dobrobit od raznih nosivih uređaja za praćenje TA poput pedometra, narukvica, pametnih satova i telefona utvrđena je u brojnim kontroliranim studijama, kao i u svakodnevnom životu. Na kraju, nije toliko bitno koji ćete od nosivih uređaja za praćenje TA rabiti, bitno je samo da ga rabite stalno.

TABLICA 1. Broj članaka u medicinskoj literaturi dobivenih pretraživanjem znanstvenih baza *Medline* i *ClinicalTrials*

Proizvođač	Modeli navedeni u bazama <i>Medline</i> i <i>ClinicalTrials</i>	<i>Medline</i>		<i>ClinicalTrials</i>	
		Validacijske studije ili studije pouzdanosti (ukupno 61)	Studije prikupljanja podataka (ukupno 20)	Validacijske studije ili studije pouzdanosti	Studije prikupljanja podataka
Fitbit	<i>Alta, Blaze, Charge, Flex, Surge</i>	40	14	1	30
Garmin	<i>Approach, D2, Epix, Fenix, Forerunner Quatix, Swim, Tactix, Vivo</i>	18	4	1	2
Misfit	<i>Flare, Flash, Link, Ray, Shine, Vapor</i>	12	0	0	1
Apple	<i>Apple Watch</i>	6	2	1	1
Polar	<i>Polar Loop; serije: M200, M400, M600, V800, A300</i>	6	0	1	3
Withings	<i>Withings</i>	5	0	0	2
Mio	<i>Alpha, Fuse, Slice</i>	5	0	1	2
Samsung	<i>Gear</i>	5	0	0	2
PulseOn	<i>Pulse One</i>	4	0	0	1
TomTom	<i>TomTom</i>	2	0	1	0
Xiaomi	<i>Xiaomi</i>	1	0	0	1

Modificirano prema ref. 26.

## LITERATURA

1. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM i sur. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung and Blood Institute; American Heart Association; World Health Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120:1640–5. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
2. Grundy SM. Metabolic syndrome pandemic. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2008;28:629–36. DOI: 10.1161/ATVBAHA.107.151092.
3. Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J i sur. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in non-diabetic European men and women. *Arch Intern Med* 2004;164:1066–76. DOI: 10.1001/archinte.164.10.1066.
4. Halldin M, Rosell M, De Faire U, Hellenius ML. The metabolic syndrome. Prevalence and association to leisure-time and work-related physical activity in 60-year-old men and women. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007;17:349–57. DOI: 10.1016/j.numecd.2006.01.002.
5. Björntorp P. Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities? *Obes Rev* 2001;2:73–86.
6. Lakka T, Laaksonen DE. Physical activity in the prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32:76–88. DOI: 10.1139/h06-113.
7. D'Adamo E, Santoro N, Caprio S. Metabolic syndrome in pediatrics: old concepts revised, new concepts discussed. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2013;43:114–23. DOI: 10.1016/j.cppeds.2013.02.004.
8. Al-Hamad D, Raman V. Metabolic syndrome in children and adolescents. *Transl Pediatr* 2017;6:397–407. DOI: 10.21037/tp.2017.10.02.
9. Ahrens W, Moreno LA, Mårild S i sur. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)* 2014;38:S4–14. DOI: 10.1038/ijo.2014.130.
10. Weiss R, Bremer AA, Lustig RH. What is metabolic syndrome, and why are children getting it? *Ann NY Acad Sci* 2013;1281:123–40. DOI: 10.1111/nyas.12030.
11. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord* 2013;11:71–80. DOI: 10.1089/met.2012.0122.
12. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:821–7. DOI: 10.1001/archpedi.157.8.821.
13. Kamel M, Smith BT, Wahi G i sur. Continuous cardiometabolic risk score definitions in early childhood: a scoping review. *Obes Rev* 2018;19:1688–99. DOI: 10.1111/obr.12748.
14. Stavnsbo M, Resaland GK, Anderssen SA i sur. Reference values for cardiometabolic risk scores in children and adolescents: Suggesting a common standard. *Atherosclerosis* 2018;278:299–306. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.003.
15. Lann D, LeRoith D. Insulin resistance as the underlying cause for the metabolic syndrome. *Med Clin North Am* 2007;91:1063–77. DOI: 10.1016/j.mcna.2007.06.012.
16. Yubero-Serrano EM, Delgado-Lista J, Pena-Orihuela P i sur. Oxidative stress is associated with the number of components of metabolic syndrome: LIPGENE study. *Exp Mol Med* 2013;45:e28. DOI: 10.1038/emmm.2013.53.
17. Meshkani R, Adeli K. Hepatic insulin resistance, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Clin Biochem* 2009;42:1331–46. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2009.05.018.
18. Natali A, Ferrannini E. Hypertension, insulin resistance, and the metabolic syndrome. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2004;33:417–29. DOI: 10.1016/j.ecl.2004.03.007.
19. Jansen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Body mass index, waist circumference, and health risk: evidence in support of current National Institutes of Health guidelines. *Arch Intern Med* 2002;162:2074–9.
20. Balletshofer BM, Rittig K, Enderle MD i sur. Endothelial dysfunction is detectable in young normotensive first-degree relatives of subjects with type 2 diabetes in association with insulin resistance. *Circulation* 2000;101:1780–4.
21. Ilanne-Parikka P, Laaksonen DE, Eriksson JG i sur. Leisure-time physical activity and the metabolic syndrome in the Finnish diabetes prevention study. *Diabetes Care* 2010;33:1610–7. DOI: 10.2337/dc09-2155.
22. Hemmingsen B, Gimenez-Perez G, Mauricio D i sur. Diet, physical activity or both for prevention or delay of type 2 diabetes mellitus and its associated complications in people at increased risk of developing type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;12:CD003054. DOI: 10.1002/14651858.CD003054.pub4.
23. Orozco LJ, Buchleitner AM, Gimenez-Perez G i sur. Exercise or exercise and diet for preventing type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;3:CD003054. DOI: 10.1002/14651858.CD003054.pub3.
24. Pan XR, Li GW, Hu YH i sur. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 1997;20:537–44. DOI: 10.2337/diacare.20.4.537.
25. Eriksson KF, Lindgärde F. No excess 12-year mortality in men with impaired glucose tolerance who participated in the Malmö Preventive Trial with diet and exercise. *Diabetologia* 1998;41:1010–6. DOI: 10.1007/s001250051024.

26. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE i sur. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346:393–403. DOI: 10.1056/NEJMoa012512.
27. Boudou P, Sobngwi E, Mauvais-Jarvis F, Vexiau P, Gautier JF. Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *Eur J Endocrinol* 2003;149:421–4.
28. Lee S, Kuk JL, Katzmarzyk PT i sur. Cardiorespiratory fitness attenuates metabolic risk independent of abdominal subcutaneous and visceral fat in men. *Diabetes Care* 2005;28:895–901. DOI: 10.2337/diacare.28.4.895.
29. Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K i sur. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2009;169:122–31. DOI: 10.1001/archinternmed.2008.558.
30. Hunter G, Wetzstein C, Fields D, Brown A, Bamman MM. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol* 2000;89:977–84. DOI: 10.1152/jappl.2000.89.3.977.
31. Li TY, Rana JS, Manson JE i sur. Obesity as compared with physical activity in predicting risk of coronary heart disease in women. *Circulation* 2006;113:499–506. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.574087.
32. Slattery ML. Physical activity and colorectal cancer. *Sports Med* 2004;34:239–52. DOI: 10.2165/00007256-200434040-00004.
33. Lagerros YT, Hsieh SF, Hsieh CC. Physical activity in adolescence and young adulthood and breast cancer risk: a quantitative review. *Eur J Cancer Prev* 2004;13:5–12.
34. Styne DM, Arslanian SA, Connor EL i sur. Pediatric Obesity – Assessment, Treatment, and Prevention: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2017;102:709–57. DOI: 10.1210/jc.2016-2573.
35. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas L i sur. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: A cross-sectional study. *BMC Public Health* 2011;11:674. DOI: 10.1186/1471-2458-11-674.
36. Andaki AC, Tinôco AL, Mendes EL i sur. Anthropometry and physical activity level in the prediction of metabolic syndrome in children. *Public Health Nutr* 2014;17:2287–94. DOI: 10.1017/S136898001300253X.
37. Kelishadi R, Razaghi EM, Gouya MM i sur. Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study. *Horm Res* 2007;67:46–52. DOI: 10.1159/000096121.
38. Guinhouya BC. Physical activity in preventing metabolic syndrome in children. *Med Sci (Paris)* 2009;25:827–33. DOI: 10.1051/medsci/20092510827.
39. Hu G, Tuomilehto J, Silventoinen K i sur. The effect of physical activity and body mass index on cardiovascular, cancer and all-cause mortality among 47 212 middle-aged Finnish men and women. *Int J Obes* 2005;29:894–902. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802870.
40. Carroll S, Dudfield M. What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. *Sports Med* 2004;34:371–418. DOI: 10.2165/00007256-200434060-00004.
41. Anderssen SA, Carroll S, Urdal P, Holme I. Combined diet and exercise intervention reverses the metabolic syndrome in middle-aged males. Results from the Oslo Diet and Exercise Study. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17:687–95. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00631.x.
42. Wittcopp C, Conroy R. Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Pediatr Rev* 2016;37:193–202. DOI: 10.1542/pir.2014-0095.
43. Schmitz KH, Jacobs DR Jr, Hong CP i sur. Association of physical activity with insulin sensitivity in children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:1310–6. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802137.
44. Farpour-Lambert NJ, Aggoun Y, Marchand LM i sur. Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:2396–406. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.08.030.
45. Rubin DA, Hackney AC. Inflammatory cytokines and metabolic risk factors during growth and maturation: influence of physical activity. *Med Sport Sci* 2010;55:43–55. DOI: 10.1159/000321971.
46. Irwin ML, Yasui Y, Ulrich CM i sur. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women. A randomized controlled trial. *JAMA* 2003;289:323–30.
47. Saris WH, Blair SN, van Baak MA i sur. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev* 2003;4:101–14.
48. Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE i sur. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1849–55.
49. Murphy MH, Blair SN, Murtagh EM. Accumulated versus continuous exercise for health benefit. A review of empirical studies. *Sports Med* 2009;39:29–43. DOI: 10.2165/00007256-200939010-00003.
50. Johnson JL, Slentz CA, Houmard JA i sur. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention through Defined Exercise). *Am J Cardiol* 2007;100:1759–66. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.07.027.
51. Gellish RL, Goslin BR, Olson RE i sur. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:822–9. DOI: 10.1097/mss.0b013e31803349c6.
52. Woltmann ML, Foster C, Porcari JP i sur. Evidence that the talk

- test can be used to regulate exercise intensity. *J Strength Cond Res* 2015;29:1248–54. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000811.
53. Cuddy TF, Ramos JS, Dalleck LC. Reduced Exertion High-Intensity Interval Training is More Effective at Improving Cardiorespiratory Fitness and Cardiometabolic Health than Traditional Moderate-Intensity Continuous Training. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(3). pii: E483. DOI: 10.3390/ijerph16030483.
54. Cigrovski Berković M, Ružić L i sur. Šećerna bolest i tjelesno vježbanje: od A pa skoro do Ž. Zagreb: Znanje; 2019.
55. Hur S, Cho SH, Song BK, Cho BJ. Effect of Resistance Exercise on Serum Osteoprotegerin Levels and Insulin Resistance in Middle-Aged Women with Metabolic Syndrome. *Med Sci Monit* 2018;24:9385–91. DOI: 10.12659/MSM.911548.
56. Marini E, Mariani PG, Ministrini S i sur. Combined aerobic and resistance training improves microcirculation in metabolic syndrome. *J Sports Med Phys Fitness* 2018. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.09077-1.
57. da Silva Araujo G, Behm DG, Monteiro ER i sur. Order Effects of Resistance and Stretching Exercises on Heart Rate Variability and Blood Pressure in Healthy Adults. *J Strength Cond Res* 2018. DOI: 10.1519/JSC.00000000000002627.
58. Katzmarzyk PT, Church TS, Craig CL, Bouchard C. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease and cancer. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:998–1005. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181930355.
59. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG i sur. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344:1343–50. DOI: 10.1056/NEJM200105033441801.
60. Laaksonen DE, Lindstrom J, Lakka TA i sur. Physical activity in the prevention of Type 2 diabetes. The Finnish diabetes prevention study. *Diabetes* 2005;54:158–65. DOI: 10.2337/diabetes.54.1.158.
61. Ford ES, Kohl HW 3rd, Mokdad AH, Ajani UA. Sedentary behavior, physical activity and the metabolic syndrome among U.S. adults. *Obes Res* 2005;13:608–14. DOI: 10.1038/oby.2005.65.
62. Ekelund U, Brage S, Froberg K i sur. TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children. The European Youth Heart Study. *PLoS Med* 2006;3:e488. DOI: 10.1371/journal.pmed.0030488.
63. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr* 2004;79:379–84. DOI: 10.1093/ajcn/79.3.379.
64. Bigaard J, Frederiksen K, Tjønnelund A i sur. Waist and hip circumferences and all-cause mortality. Usefulness of the waist-to-hip ratio? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:741–7. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802635.
65. Gallo-Villegas J, Aristizabal JC, Estrada M i sur. Efficacy of high-intensity, low-volume interval training compared to continuous aerobic training on insulin resistance, skeletal muscle structure and function in adults with metabolic syndrome: study protocol for a randomized controlled clinical trial (Intraining-MET). *Trials* 2018;19:144. DOI: 10.1186/s13063-018-2541-7.
66. Zebrowska A, Gasior Z, Jastrzebski D. Cardiovascular effects of the Valsalva maneuver during static arm exercise in elite power lifting athletes. *Adv Exp Med Biol* 2013;755:335–42. DOI: 10.1007/978-94-007-4546-9\_42.

**ADRESA ZA DOPISIVANJE:**

Prim. dr. sc. Ivo Darko Gabrić  
KBC Sestre milosrdnice  
Vinogradska 29  
10000 Zagreb  
e-mail: idgabric@gmail.com

**PRIMLJENO/RECEIVED:**

5. 5. 2019./May 5, 2019

**PRIHVAĆENO/ACCEPTED:**

19. 5. 2019./May 19, 2019

