

# Tjelesna aktivnost i metabolički sindrom

## *Physical Activity and Metabolic Syndrome*

MAJA CIGROVSKI BERKOVIĆ<sup>1</sup>, LAVINIA LA GRASTA SABOLIĆ<sup>2</sup>, INES BILIĆ-ĆURČIĆ<sup>3</sup>,  
VJEKOSLAV CIGROVSKI<sup>4</sup>, LANA RUŽIĆ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Zavod za endokrinologiju, dijabetes i bolesti metabolizma Interne klinike KBC-a Sestre milosrdnice, Zagreb

<sup>2</sup>Klinika za pedijatriju KBC-a Sestre milosrdnice, Zagreb <sup>3</sup>Klinika za unutarnje bolesti, KBC Osijek, Osijek

<sup>4</sup>Kineziološki fakultet, Zagreb

**SAŽETAK** \_\_\_\_\_ Metabolički sindrom (MS) sastavljen je od niza poremećaja koji se manifestiraju centralnom pretilosti, arterijskom hipertenzijom, hiperglikemijom i dislipidemijom, a usko je povezan s rizikom od razvoja šećerne bolesti, kardiovaskularnih bolesti, steatozom jetre, zloćudnih bolesti i demencijom, odnosno pridonosi povećanju mortaliteta. Nažalost, njegova je incidencija u stalnom porastu i u odrasloj i u dječjoj populaciji, a navedeno je u direktnoj vezi sa sedentarnim načinom života i visokokaloričnom prehranom. U prevenciji i liječenju MS-a važnu ulogu ima tjelesna aktivnost jer utječe na patofiziološke mehanizme u podlozi MS-a, prije svega na inzulinsku rezistenciju (IR). Dodatno, tjelesna aktivnost pogoduje poboljšanju lipidograma i sniženju arterijskoga krvnog tlaka te pridonosi redukciji tjelesne mase. Preporučuje se minimalno 150 minuta aerobne tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta uz provođenje vježba snage 2 – 3 puta na tjedan. Također, već od dječje dobi bitno je skratiti vrijeme provedeno u sedentarnom načinu života.

**KLJUČNE RIJEČI:** centralna pretilost; šećerna bolest tipa 2, sedentarni način života, aerobna aktivnost; vježbe snage

**SUMMARY** \_\_\_\_\_ Metabolic Syndrome (MS) encompasses several disorders including abdominal obesity, arterial hypertension, hyperglycaemia and dyslipidaemia, and is closely related to the risk of developing type 2 diabetes, cardiovascular diseases, liver steatosis, malignant diseases and dementia, which lead to higher mortality. Unfortunately, incidence of MS is continually increasing, not only in adults but also in children, which is in direct correlation with the sedentary lifestyle and high-calorie diet. Physical activity plays an important role in both prevention and treatment of MS as it affects underlying pathophysiological mechanisms of MS, especially insulin resistance (IR). Additionally, physical activity improves lipid profile, reduces arterial blood pressure and helps lose weight. Guidelines suggest at least 150 minutes of moderate-intensity aerobic exercise combined with strength training 2 – 3 times per week. Moreover, it is important to reduce sedentary time in early childhood.

**KEY WORDS:** abdominal obesity; type 2 diabetes; sedentary lifestyle; aerobic activity; strength training



### Što je metabolički sindrom? \_\_\_\_\_

Metabolički sindrom (MS) čini skup metaboličkih poremećaja, koji se klinički manifestiraju centralnom pretilosti, arterijskom hipertenzijom, hiperglikemijom i dislipidemijom, a usko je povezan s rizikom od razvoja šećerne bolesti, kardiovaskularnih bolesti, steatozom jetre, zloćudnih bolesti i demencijom, odnosno pridonosi povećanju mortaliteta (1). Poremećaj je vrlo čest: u Europi svaka četvrta odrasla osoba ima MS (2, 3), a direktno je povezan s današnjim sedentarnim načinom života, visokokaloričnom prehranom, psihosocijalnim čimbenicima i stresom (4, 5).

Unatoč činjenici da je teško točno procijeniti razinu tjelesne aktivnosti podaci iz različitih istraživanja pokazuju kako manje od četvrtine populacije (oko 20%) provodi odgovarajuće vrijeme u tjelesnoj aktivnosti, dok je većina tjelesno nedovoljno aktivna (6). Nažalost, zbog sve veće učestalosti

pretilosti u djece i adolescenata pojavnost metaboličkog sindroma raste i u pedijatrijskoj populaciji (7, 8). U skladu s preporukama Međunarodne dijabetičke federacije (IDF), dijagnozu metaboličkog sindroma ne bi trebalo postavljati u djece mlađe od 10 godina, premda je određen postotak djece već u prvom desetljeću života zahvaćen višestrukim metaboličkim poremećajima (9). Zbog nesuglasja o dijagnostičkim kriterijima koji moraju biti zadovoljeni da bi se u djece i adolescenata dijagnosticirao metabolički sindrom njegova točna prevalencija nije poznata (10). Ipak, na temelju sustavnog pregleda dosad publicirane literature procjenjuje se da metabolički sindrom ima oko 3% opće pedijatrijske populacije; njegova učestalost u pretiloj djece iznosi velikih 30% (11), dok čak 90% pretilih adolescenata ima bar jedno od obilježja metaboličkog sindroma (12).

Dijagnoza MS-a u odraslih postavlja se ako su prisutna naj-

manje tri od pet znakova/nalaza: glikemija natašte  $\geq 5,6$  mmol/L, vrijednosti triglicerida  $\geq 1,7$  mmol/L, HDL-kolesterol  $< 1$  mmol/L za muškarce i  $< 1,2$  mmol/L za žene, vrijednosti arterijskoga krvnog tlaka  $\geq 130/85$  mmHg odnosno opseg struka  $\geq 102$  cm kod muškaraca, a  $\geq 88$  cm kod žena (tablica 1.). Dijagnostički kriteriji u djece i adolescenata uključuju iste parametre, no općeprihvaćene granične vrijednosti za pojedine parametre još nisu definirane (8). Štoviše, u novije se vrijeme sve više ističe potreba kontinuiranog bodovanja kardiometaboličkog rizika, premda ni ono još nije usuglašeno u dječjoj dobi (13, 14).

**TABLICA 1.** Dijagnostički kriteriji za MS

Metabolički sindrom	
Kriterij	Definicija
centralna pretilost	$\geq 102$ cm (muškarci); $\geq 88$ cm (žene)
trigliceridi	$\geq 1,7$ mmol/L
HDL-kolesterol	$< 1$ mmol/L (muškarci); $< 1,2$ mmol/L (žene)
arterijski tlak	$\geq 130/85$ mmHg
glikemija natašte	$\geq 5,6$ mmol/L

Patofiziološka podloga metaboličkog sindroma jest inzulinska rezistencija (IR), koja na razini visceralnoga masnog tkiva podupire kroničnu neinfektivnu upalu, izlučivanje proupalnih citokina, prokoagulantno stanje te oksidativni stres (15, 16). Pretpostavlja se da akumulacija slobodnih masnih kiselina u jetri, adipocitima, skeletnim mišićima te u gušterači dovodi do poremećaja u inzulinskome signalnom putu, odnosno pogoduje IR-u. IR je na razini jetre odgovoran za povećano endogeno stvaranje glukoze, a dodatna hipersekrecija inzulina kojom gušterača pokušava nadvladati IR povećava transkripciju gena za sintezu lipogenih enzima u jetri, čime pogoduje stvaranju triglicerida (17). Povišena razina krvnog tlaka u MS-u vjerojatno je sekundarna hiperinzulinemiji te je potaknuta simpatičkom aktivnošću, retencijom natrija i poremećenom vazodilatacijskom sposobnosti krvnih žila (18). Visceralno masno tkivo (VMT) i potkožno masno tkivo čine abdominalno masno tkivo. Ove dvije vrste masnog tkiva razlikuju se u građi i funkciji. Potkožno masno tkivo karakteriziraju mali adipociti osjetljivi na inzulin i ponajprije je skladište masti. Za metaboličke poremećaje vezane uz pretilost nije toliko važna ukupna tjelesna masa, nego abdominalno masno tkivo čiji je pokazatelj opseg struka. Taj

je opseg bolji pokazatelj pretilosti, kardiovaskularnog rizika i šećerne bolesti tipa 2 nego indeks tjelesne mase (ITM) (19). VMT se smatra najodgovornijim za metaboličke učinke vezane uz pretilost. Građen je od velikih adipocita rezistentnih na inzulin koji pojačano izlučuju i stvaraju proupalne citokine, a oni, pak, dodatno pridonose pogoršanju IR-a odnosno neinfektivne upale (20).

## Pozitivan učinak tjelesne aktivnosti na bolest opisan u literaturi – dosadašnje spoznaje

Redovita tjelesna aktivnost važna je u prevenciji nastanka MS-a (21), a liječenje pojedinih odrednica MS-a temelji se na promjeni životnih navika: tjelesnoj aktivnosti i prehrani, uz redukciju tjelesne mase. Upravo se iz recentnih presječnih studija jasno vidi povezanost između razine tjelesne aktivnosti i učestalosti MS-a. Jedna švedska studija pokazala je da osobe starije od 60 godina, bez obzira na spol, imaju 70% niži rizik od razvoja MS-a ako u slobodno vrijeme vježbaju barem dva puta na tjedan po 30 minuta umjerenim intenzitetom (4).

Profilaktička važnost životnih navika – tjelesne aktivnosti/vježbanja i prehrane – pri nastanku šećerne bolesti tipa 2 i njezinih komplikacija u visokorizičnih osoba pokazana je analizom Hemmingsena i suradnika objavljenom 2017. g., a kojom je bilo obuhvaćeno 5238 osoba s predijabetesom (22). Rezultati su pokazali da provođenje ovih mjera tijekom dvije do šest godina sprječava nastanak šećerne bolesti tipa 2. Slični su rezultati objavljeni i 2008. g. (23), gdje su osobe s metaboličkim sindromom ili predijabetesom zahvaljujući provođenju dijetetskih mjera i tjelovježbe imale 37% niži rizik od progresije u šećernu bolest tipa 2, a dodatno je zabilježen i povoljan učinak na tjelesnu masu, ITM, omjer struka i kukova, opseg struka, sistolički i dijastolički arterijski tlak, uz manji, ali ipak pozitivan učinak na lipidogram. Koliko tomu pridonosi sama tjelesna aktivnost/vježbanje možda najbolje pokazuje kineska Da Qingova studija (24). Ta je studija imala 4 terapijska kraka (3 ispitivane skupine: provođenje dijetetskih mjera liječenja, tjelesno vježbanje, kombinaciju dijete i vježbanja te kontrolnu skupinu), a tijekom 6 godina pratila je osobe s intolerancijom glukoze. Rizik od nastanka šećerne bolesti tipa 2 bio je niži za 31% u osoba na dijete ( $p < 0,003$ ), 46% kod osoba liječenih tjelesnim vježbanjem ( $p < 0,0005$ ), odnosno 42% u osoba koje su primjenjivale dijetu i tjelesno vježbanje kao modalitet liječenja ( $p < 0,005$ ). Slične povoljne učinke tjelesnog vježbanja pokazali su Eriksson i Lindgarde 1998. godine prateći 12 godina osobe s intolerancijom glukoze (25). Prema tom istraživanju, osobe koje su provodile tjelesno vježbanje kao način liječenja imale su manji mortalitet od osoba s intolerancijom glukoze koje nisu vježbale (6,5% prema 14%). U usporedbi s metforminom, koji je lijek prvog

izbora u liječenju šećerne bolesti tipa 2, tjelesno vježbanje (150 minuta bržeg hoda na tjedan) i prehrana učinkovitiji su u sprječavanju nastanka šećerne bolesti tipa 2 (58% prema 31%) (26), popraćeno manjim gubitkom tjelesne mase. Važna odrednica MS-a jest prekomjerna tjelesna masa, posebice visceralno nakupljanje masnog tkiva. Kod osoba sa šećernom bolesti tipa 2 redovito aerobno vježbanje umjerenim intenzitetom tijekom 2 – 3 mjeseca smanjuje količinu visceralnoga masnog tkiva od 27 do 45% (27, 28), a slični se učinci mogu očekivati i u zdravih pretilih osoba, bez obzira na životnu dob (29), ako se podvrgnu vježbama snage i jakosti u trajanju od 80 minuta na tjedan (30). Vrlo opsežno istraživanje NHS-a (engl. *Nurses Health Study*) koje je tijekom 20 godina pratilo 88.000 zdravih žena srednje dobi, pokazalo je da tjelesna aktivnost pridonosi sniženju rizika od koronarne bolesti vezanog uz centralnu pretilost (31). Također, brojna istraživanja parova, kao i prospektivna istraživanja pokazuju da je tjelesna aktivnost protektivni čimbenik od nastanka malignih bolesti vezanih za MS poput karcinoma prostate, kolorektalnog karcinoma i karcinoma dojke (32, 33).

U dječjoj i adolescentnoj dobi ključna je prevencija pretilosti koja se zasniva na količinski primjerenom, raznovrsnoj i sastavom uravnoteženoj prehrani te na redovitoj tjelesnoj aktivnosti što je trajanjem i intenzitetom prilagođena životnoj dobi djeteta (34). Nužno je također ograničiti vrijeme koje djeca provode pred ekranima. U tjelesno nedovoljno aktivnih adolescenata te u onih s lošom kardiorespiratornom spremnosti zabilježena je velika prevalencija MS-a (35). Uočeno je i da je stupanj tjelesne aktivnosti jedan od potencijalnih navješćivača (prediktora) razvoja MS-a u dječaka (36). Pokazalo se također da je povezanost između tjelesne aktivnosti i MS-a u djece i adolescenata neovisna o ITM-u i dobi (37). Iz prethodno navedenoga proizlazi da je upravo tjelesna aktivnost, kao preventivna i terapijska mjera u pedijatrijskoj populaciji, optimalan izbor liječenja (38).

### **Mogući mehanizam pozitivnog učinka tjelesne aktivnosti na metabolički sindrom**

Povoljan učinak tjelesne aktivnosti na metaboličke poremećaje uključene u MS dokazan je velikim brojem kliničkih studija (39 – 41). Točni mehanizmi u podlozi nisu još sasvim istraženi, no, među ostalim, uključuju djelovanje na lipidni metabolizam. Tjelesna neaktivnost povezana je sa smanjenom osjetljivošću skeletnih mišića na djelovanje inzulina, a redovita tjelesna aktivnost može na to djelovati reverzibilno (42). Uz restriktivnu dijetu tjelesna aktivnost umjerenog do vrlo snažnog intenziteta tijekom 20 minuta na dan u početku i postupnim produljenjem vremena u tjelesnoj aktivnosti na 60 minuta na dan povoljno djeluje na poboljšanje lipidnog profila (s učinkom na podizanje HDL-kolesterola, odnosno snižavanje LDL-kolesterola i triglicerida), smanjenje IR-a i

sniženje razine inzulina natašte, a također pridonosi poboljšanju funkcije endotela krvnih žila, što rezultira sniženjem sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka. Tjelesna aktivnost može pridonijeti i smanjenju abdominalne pretilosti, a u novije vrijeme povezuje se i s protuupalnim učincima (34, 43 – 45). Tjelesnom aktivnosti dodatno se mogu reducirati abdominalno masno tkivo i smanjiti tjelesna masa (46).

### **Vrste vježba za prevenciju i liječenje MS-a i njihov intenzitet**

Osobe kod kojih je dijagnosticiran MS trebale bi u svoj dnevni ritam ugraditi redovitu tjelesnu aktivnost (npr., brži hod) minimalno 30 minuta, a poželjno 60 minuta ako su pretili (47). Dodatni povoljni zdravstveni učinci očekuju se ako se osoba uključi u strukturirano vježbanje 2 – 3 puta na tjedan. Aktivnosti koje se preporučuju kao preventivne i/ili kurativne u slučaju MS-a uključuju aerobni trening (rekreativno trčanje, plivanje, vožnja biciklom) koji je potrebno kombinirati s vježbama snage što jačanjem mišića pridonose njihovoj osjetljivosti na djelovanje inzulina (48). Vježbanje treba biti redovito, tijekom najmanje 30 minuta, a može se postići i akumulacijom kraćih dnevnih epizoda vježbanja (10 min tri puta na dan) (49).

Umjereni intenzitet aerobne tjelovježbe vjerojatno je najbolji izbor za opće poboljšanje zdravlja pri MS-u (50), a dokazano je i da je adherencija u programima umjerenog intenziteta najveća. Postoje različiti načini određivanja intenziteta vježbanja. Možda je jedan od najjednostavnijih (no ne i najpraktičnijih) određivanje intenziteta vježbanja temeljem postotka od maksimalne frekvencije srca. Budući da većina bolesnika ne zna svoju pravu maksimalnu frekvenciju srca, a nije preporučljivo da se podvrgavaju maksimalnom naporu u nekom *fitness*-centru, tada je jedini način izračunavanja maksimalne frekvencije srca s pomoću neke od jednadžba. Npr., jedna od jednadžba za izračunavanje maksimalne frekvencije srca jest  $HR_{maks.} = 207 - 0,7 \times \text{dob}$  (51). Kada izračunamo maksimalnu frekvenciju srca ( $HR_{maks.}$ ) neke osobe, tada bi umjereni intenzitet iznosio 70 – 80% od maksimalne frekvencije srca. U konkretnom primjeru osoba od 50 godina ima procijenjenu maksimalnu frekvenciju srca 172 otk./min. Umjereni intenzitet vježbanja između 70 – 80% od  $HR_{maks.}$  za tu bi osobu iznosio od 120 do 137 otk./min. Ako bolesnik uzima i neke lijekove koji utječu na frekvenciju srca, kao, npr., beta-blokatore, tada frekvencija srca neće biti dobar indikator opterećenja pa treba primijeniti neki od jednostavnijih načina. Jednostavno je pravilo umjerenog intenziteta vježbanje koje ubrzava disanje i frekvenciju srca, ali još omogućuje održavanje razgovora. U trenutku kada osoba više ne može voditi konverzaciju, intenzitet je vjerojatno velik kao što je i dokazano u studiji *Talk-test* (52).

Zagrijavanje od 5 do 10 minuta trebalo bi provesti intenzivno od 50 do 70% HR<sub>maks.</sub>, a nakon toga aerobnu aktivnost tijekom barem 30-ak minuta. Za vrijeme tih 30 minuta osobe koje imaju MS bez pridruženih znatnih komplikacija, s reguliranim šećerom i krvnim tlakom, mogu povremeno i mijenjati intenzitet, tj. provoditi tzv. intervalni trening. Pritom pojačavaju intenzitet na više od 85% od HR<sub>maks.</sub> tijekom 60 sekunda nakon čega slijedi razdoblje slabog intenziteta (50 – 60% od HR<sub>maks.</sub>) u trajanju od, npr., 2 minute. Dokazano je da intervalni trening bolje utječe na kardiorespiratorne sposobnosti, kao i na metaboličko zdravlje (53).

Iako se donedavno smatralo da je aerobna aktivnost (plivanje, trčanje, vožnja biciklom, brzo hodanje i sl.) osnova terapije vježbanjem pri MS-u, u novije se vrijeme sve više spominje i trening s otporom, s pomoću utega ili sprava za vježbanje. Trening s otporom koji utječe na sposobnost jakosti i snage ne samo što omogućuje bolje motoričke sposobnosti u svakodnevnom životu nego ima i važnu metaboličku ulogu. Naime, porast mišićne mase (ili barem njezino održavanje u starijih osoba), što se postiže dodavanjem treninga s otporom najmanje dva puta na tjedan, može poboljšati djelovanje inzulina, povisiti HDL-kolesterol i imati povoljan učinak na arterijski krvni tlak (54). Pritom valja imati na umu da osoba s hipertenzijom mora regulirati bolest prije uključivanja u program vježbanja s otporom. Ako je tlak reguliran, preporučuje se dva puta na tjedan provesti trening jakosti i snage tako da se uključi 8 – 10 vježba za različite mišićne skupine. U početku je dovoljna jedna serija od 10 do 12 ponavljanja, dok se nakon toga svaki mjesec može dodavati još jedna serija (do ukupno 3 po svakoj vježbi). Opterećenje se može povećavati tako da se posljednja ponavljanja izvode uz umjereni napor, a to je uglavnom opterećenje od 60 do 70% od 1 RM (engl. *one-repetition maximum* – maksimalna jakost dizanja u jednom ponavljanju), tj. jednoga maksimalnog dizanja (55).

Čini se da je kombinacija aerobnog treninga i treninga jakosti i snage ipak najpovoljnija jer već nakon 12 tjedana takvoga kombiniranog treninga dolazi do pozitivnog utjecaja na mikrovaskularnu reaktivnost, a to poboljšanje korelira i sa sniženjem HbA1c i pokazateljima tjelesne spremne, osobito s povećanom mišićnom snagom na gornjim i donjim ekstremitetima (56).

Vježbe istezanja vrlo se često provode samo na kraju treninga s otporom iako izgleda da ih je preporučljivo provoditi između vježba jakosti da bi se bolje regulirao tlak, smanjilo opterećenje srčanog mišića i time pridonijelo sigurnosti vježbanja (57).

Programi tjelesnog vježbanja koji se temelje na aerobnim vježbama, vježbama snage ili njihovoj kombinaciji povoljno djeluju na inzulinsku osjetljivost i MS u dječjoj dobi. Preporučuje se minimalno 20 minuta, a optimalno 60 minuta

umjerene do intenzivne tjelesne aktivnosti na dan (34). Istodobno, potrebno je kod djece poticati i uobičajene dnevne aktivnosti čiji intenzitet odgovara žustrom hodu (38).

## Indikacije za propisivanje tjelesne aktivnosti

Redovita tjelesna aktivnost veoma je važna i u primarnoj i sekundarnoj prevenciji MS-a. S obzirom na veličinu problema koji MS i njegove pojedinačne komponente nose, nisu dovoljne samo individualno usmjerene preventivne mjere, nego populacijske intervencije kojima se započinje već u dječjoj dobi, a radi smanjenja kroničnih bolesti i preuranjene smrti.

## Propisivanje tjelesne aktivnosti

### Reducirati vrijeme provedeno u sedentarnom životu

Prema rezultatima prospektivnih studija, podjednako je bitno reducirati tjelesnu neaktivnost, kao i promovirati tjelesnu aktivnost (58). Naime, vrijeme provedeno pred TV ekranima u pozitivnoj je korelaciji s rizikom od nastanka šećerne bolesti i pretilosti u odraslih žena i muškaraca, odnosno korelira s incidencijom MS-a u odraslih osoba, ali i djece (59 – 62).

### Kako pratiti uspjeh tjelesnog vježbanja u liječenju metaboličkog sindroma?

Opseg struka, koji je lako pratiti i tijekom redovitih kliničkih vizita, ali i samomjerenjem, jedan je od važnih parametara koji upozoravaju na postojanje MS-a odnosno njegovih pojedinačnih odrednica. Upravo se opseg struka povezuje s budućim rizikom od koronarne bolesti srca, zadebljanjem karotidnih arterija i povećanim mortalitetom. Potrebno je kontrolirati lipidogram, arterijski tlak i koncentraciju šećera u krvi (63, 64).

### Rizici udruženi s tjelesnim vježbanjem osoba s MS-om i potreba za preventivnim pregledima

Pojedine osobe kod kojih je postavljena dijagnoza MS-a imaju povišen rizik upravo zbog postojanja niza metaboličkih poremećaja. Iako, u načelu, tjelesno vježbanje može povisiti rizik od kardiovaskularnih i cerebrovaskularnih događaja odnosno nagle smrti u visokorizičnih osoba, ovakvi su događaji rijetkost. Puno su češće ozljede lokomotornog sustava izazvane vježbanjem. Najčešće su pri procjeni zdravstvenog rizika prije uključivanja u tjelesno vježbanje potrebni klinički pregled i mjerenje arterijskog tlaka, a ostala obrada ovisi o simptomima, osobnoj i obiteljskoj anamnezi te katkad uključuje neinvazivne kardiološke preglede poput ergometrijskog testiranja. Budući da je najčešće riječ o osobama koje su vodile sedentarni način života, potrebno ih je upozoriti da s tjelesnim vježbanjem krenu postupno i s obzirom na trajanje i na intenzitet. Tako će se smanjiti i mogućnost ozljeda.

### Kontraindikacije za tjelesno vježbanje u liječenju MS-a

Apsolutnih kontraindikacija za tjelesno vježbanje u prevenciji i liječenju MS-a malo je i rijetke su. One uključuju vaskularne tegobe poput anginoznih, TIA-u i znatne poremećaje u perifernoj cirkulaciji, zatim hipoglikemiju odnosno hiperglikemiju ako su pozitivni ketoni te znatno povišene vrijednosti arterijskoga krvnog tlaka. Nakon razrješenja navedenih simptoma/tegoba nema razloga da se ne nastavi s tjelesnim vježbanjem.

Potrebno je napomenuti da u osoba s hipertenzijom treba izbjegavati vježbe snage i jakosti koje uključuju izometričke kontrakcije, tj. statičke kontrakcije u kojima se dugo zadržava isti položaj, npr., izdržaj u čučnju leđima uza zid ili guranje zida ili izdržaj u poziciji skleka (engl. *plank*), jer za vrijeme takvih statičkih kontrakcija dolazi do periferne vazokonstrukcije te znatnijeg porasta diastoličkoga krvnog tlaka koji se ne događa pri dinamičkim vježbama. Također, osobe je potrebno naučiti disati i izbjegavati za-

državanje zraka jer Valsalvin manevar koji se događa ako se radi s prevelikim vanjskim opterećenjem (više od 80% od 1 RM) nije moguće izbjeći, a pri njemu dolazi do velikog porasta intratorakalnog tlaka, kao i sistoličkoga arterijskoga tlaka (65, 66).

### Valja zapamtiti:

- MS je čest poremećaj u odraslih osoba, ali i u djece koji povisuje rizik od nastanka kroničnih nezaznih bolesti (kardiovaskularnih bolesti, šećerne bolesti tipa 2, zloćudnih bolesti) te mortaliteta
- za postavljanje dijagnoze MS-a potrebno je izmjeriti opseg struka, odrediti razinu triglicerida, HDL-kolesterola, glikemije natašte te izmjeriti arterijski tlak
- tjelesna aktivnost važna je u prevenciji i liječenju MS-a
- preporučuje se minimalno 30 minuta aerobne tjelesne aktivnosti na dan te 2 – 3 × na tjedan izvođenje vježba snage i jakosti.

## 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.cped.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 N Y 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/emm.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, Tjønneland 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:**

Doc. dr. sc. Maja Cigrovski Berković, dr. med.  
Zavod za endokrinologiju, dijabetes i bolesti  
metabolizma Interne klinike KBC-a Sestre  
milosrdnice  
Vinogradska 29, 10000 Zagreb  
e-mail: maja.cigrovskiberkovic@gmail.com

**PRIMLJENO/RECEIVED:**

18. 4. 2019./April 18, 2019

**PRIHVAĆENO/ACCEPTED:**

13. 5. 2019./May 13, 2019

