

Review

## TJELESNA AKTIVNOST U PREVENCIJI, LIJEČENJU I REHABILITACIJI METABOLIČKOGA SINDROMA

Željko METELKO

*Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska*

Primljeno u kolovozu 2012.

Prihvaćeno u rujnu 2012.

Opisan je metabolički sindrom kao najčešći predstavnik metaboličkih bolesti prema kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije i Međunarodne dijabetičke federacije, u kojem su većim dijelom obuhvaćene stečene promjene, za razliku od preostalog dijela metaboličkih bolesti kod kojih je patologija većinom genetički uvjetovana. Detaljnije su opisane osobine prekomjerne tjelesne težine, poremećaj metabolizma masti, krvnog tlaka i hiperglikemije, posebno sa stajališta pandemičnih pojavnosti i opasnosti za skraćenje životnoga vijeka ili mogućih nedostataka sredstava u zdravstvenim proračunima. Opisane su osobine tjelesne aktivnosti od metaboličkih procesa do utjecaja na različite organe u tijelu. Najbolji rezultati u liječenju metaboličkoga sindroma postižu se usklađenim provođenjem aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti. Najbolji rezultati u smanjenju tjelesne težine osoba s metaboličkim sindromom postižu se zajedničkim efektom redovite tjelovježbe s redukcijskom prehranom. Motivacija je ključan element provođenja redovite tjelesne aktivnosti. Većina osoba s metaboličkim sindromom ne provodi tjelesnu aktivnost redovito, opravdavajući to manjkom vremena, ali uživaju u raznim oblicima anaerobne tjelesne aktivnosti, koje provode jednom ili dva puta tjedno, na primjer pojačani intenzitet tjelesne aktivnosti bez pripreme. To je skupina osoba koja najčešće doživljava povrede zglobova do invaliditeta. Opisana su zaduženja svih, od međunarodnih organizacija, država, zdravstvenih sustava, nedržavnih udruga do pojedinaca u redovitom provođenju tjelesne aktivnosti, posebno osoba s metaboličkim sindromom. Na kraju, predložen je način uvođenja, provođenja i kontroliranja redovite, svakodnevnne tjelesne aktivnosti kroz samokontrolu osobe s metaboličkim sindromom i kontrolu sustava, posebno sa stajališta pojačavanja aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti.

**KLJUČNE RIJEČI:** *poremećaj metabolizma glukoze, pretilost, smjernice za provođenje tjelesne aktivnosti, tjelovježba*

Prevalencija neprovođenja tjelesne aktivnosti danas dosiže pandemične osobine, s dugotrajnim efektima na zdravlje, gospodarstvo, okolinu i socijalne posljedice (1). Po definiciji, metaboličke bolesti obuhvaćaju poremećaje ugljikohidrata (posebice intolerancije glukoze i laktoze), masti (posebice kolesterola i triglicerida) i bjelančevina (uključujući metabolizam aminokiselina), mješovite poremećaje (posebice lipoproteina) te ostale poremećaje (purina i pirimidina, eritropoetske porfirije, poremećaje metabolizma minerala, cistične fibroze, amiloidoze, smanjenje volumena tekućina, elektrolita, te acidobazne

ravnoteže). Problem tjelovježbe u svim tim stanjima je pojedinačno drugačiji, ovisno o zahvaćanju pojedinih dijelova tijela, mišićnih, zglobnih struktura, kao i drugih posebnosti. Tjelesna aktivnost je najčešće korisna, bez obzira radi li se o aktivnoj ili pasivnoj tjelesnoj aktivnosti koja je u pojedinim metaboličkim bolestima potrebna.

Najčešća od metaboličkih bolesti koja je najvećim dijelom uzrokovana ponašanjem pojedinaca je metabolički sindrom, koji obuhvaća veći dio stečenih smetnji koji se pojavljuju i u drugim metaboličkim bolestima. Tjelesna aktivnost jedan je od ključnih

procesa u liječenju metaboličkog sindroma. Neprovođenje tjelesne aktivnosti, osim pojedinačnih metaboličkih opasnosti za pojedinca prijetnja je i civilizaciji zbog pandemične pojavnosti bolesti uz manjak tjelesne aktivnosti i prekomjernoga unosa energije, uz usporedne potrebe dijagnostike i liječenja značajnih komplikacije takvih stanja. To dovodi do povećanja opasnosti za skraćivanje očekivanoga trajanja života populacije ili ozbiljnih nedostataka u zdravstvenim ili privatnim fondovima za liječenje.

## METABOLIČKI SINDROM

Skup čimbenika rizika s nazivom metabolički sindrom višestruko povećava smrtnost. Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) metabolički sindrom se opisuje i kao sindrom inzulinske rezistencije i hiperinzulinemije uz uključivanje visceralnoga tipa pretilosti i drugih čimbenika rizika, kao što su na primjer: hiperglikemija, dislipidemija i hipertenzija. Osobe s elementima metaboličkoga sindroma imaju 2-3 puta veći rizik smrti, koja se javlja ranije u odnosu na nepretile osobe za 8-10 godina. Činjenica je da je stanje koje se zvučno naziva metaboličkim sindromom zapravo stanje nekontroliranoga, nepotrebnoga, prevelikoga unosa energije (hrane) u tijelo u odnosu na tjelesnu potrošnju energije (tjelesne aktivnosti) pa bi ga zapravo trebalo zvati sindromom prevelikoga unosa hrane u tijelo i/ili premaloga kretanja (2).

Prema Međunarodnoj dijabetičkoj federaciji, metabolički sindrom se definira kao stanje u osoba s centralnom pretilošću (određeno maksimalnim dozvoljenim opsegom struka uz posebnosti prema pojedinim populacijama). O prekomjernoj tjelesnoj masi govori se kada je indeks tjelesne mase (BMI prema engl. *body mass index*) veći od 25. BMI se izračunava tako da se tjelesna masa osobe u kilogramima podijeli s kvadratom visine u metrima. Ako je BMI >30 kg m<sup>-2</sup>, prihvaća se centralna pretilost, mjerenje opsega struka nije nužno, uz dva od sljedeća četiri čimbenika:

- a) povišeni trigliceridi >1,7 mmol L<sup>-1</sup> ili odgovarajuće liječenje za taj oblik poremećaja metabolizma masnoća;
- b) sniženi HDL kolesterol <1,03 mmol L<sup>-1</sup> u muškaraca; <1,29 mmol L<sup>-1</sup> u žena ili odgovarajuće liječenje za taj oblik poremećaja metabolizma masti;
- c) povišeni krvni tlak, sistolički >17,5 kPa ili dijastolički >11,5 kPa ili liječenje od ranije poznatoga povišenog krvnog tlaka;

d) povišena glukoza u plazmi natašte >6,2 mmol L<sup>-1</sup> ili ranije utvrđen tip 2 šećerne bolesti. Ako je vrijednost iznad 5,6 mmol L<sup>-1</sup>, preporučuje se test oralne podnošljivosti glukoze (OGTT), ali nije nužan da bi se utvrdilo postojanje sindroma (3).

### Pretilost

Pretilost je kompleksno i ozbiljno patogeno stanje u kojem postoje patofiziološki uvjeti za razvoj niza teških i smrtonosnih bolesti i komplikacija. Povezuje se s višim stopama mortaliteta, a uzrok smrti su uglavnom kardiovaskularne komplikacije i moždana kap.

Pretilost je uzrokovana više smanjenom potrošnjom energije nego njenim pretjeranim unosom. Uz to tjelesna je aktivnost jedna od najvarijabilnijih sastavnica potrošnje energije, što je od izuzetne važnosti u kontroli tjelesne težine (1).

U razdoblju od 1980. do 2008. godine u osoba starijih od 20 godina utvrđen je porast tjelesne mase. Postotak pretilosti gotovo se udvostručio i danas u svijetu pogađa oko 500 milijuna odraslih osoba (297 milijuna žena i 205 milijuna muškaraca (4)).

Za osobe u kojih je BMI između 25 i 30 govori se o prekomjernoj tjelesnoj masi, između 30 i 35 da su pretile, a vrijednosti preko 35 upozoravaju na ekstremnu pretilost. U 28 godina BMI se povećao u žena i muškaraca u svijetu. Danas 1,46 milijardi odraslih osoba ima prekomjernu tjelesnu masu. Prekomjerna tjelesna masa i pretilost uz popratne komplikacije nisu više pojave koje pogađaju samo zapadne ili bogate zemlje, već i stanovništva država niskih ili srednjih prihoda (4).

Najveći broj pretilih muškaraca i žena utvrđen je na otočiću Nauru u južnom Pacifiku sa svega 14000 stanovnika. U 2008. godini ondje je izmjeren najviši prosječni BMI na svijetu: 33,9 za muškarce i 35 za žene. Pojava pretilosti na tom otočju nije novost jer su prvo mjesto zauzimali i 1980. godine, ali s nižim vrijednostima BMI: 28,1 za muškarce i 28,3 za žene. Pretilost je i inače standardna pojava u stanovnika brojnih otočića i otočja Oceanije kao što su Otočje Cook, Tonga, Samoa, Francuska Polinezija. Među razvijenim zemljama po pretilosti na prvom mjestu je SAD s prosječnim BMI 28, što upućuje da je pretilost značajno učestalija od 1980. do danas. Na drugom mjestu je Novi Zeland, a Japanci su na suprotnom kraju ljestvice, najvitkiji su s prosječnim BMI za muškaraca 22 te 24 za žene (4).

Prekomjerna tjelesna masa opasan je čimbenik za nastajanje kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa,

malignih tumora, mentalnih bolesti i kronične opstruktivne bolesti pluća te se smatra da uzrokuje do 3 milijuna smrti svake godine. Znanstvenici su, međutim, ustanovili pad učestalosti visokoga tlaka i kolesterola kao komplikacija u pretilih osoba u bogatim zemljama, što tumače ranim dijagnosticiranjem i medikamentoznim liječenjem umjesto promjenama načina života, dok su ti isti poremećaji u drugim manje razvijenim zemljama, vjerojatno zbog nedostupnosti odgovarajućih lijekova, i dalje značajno češći (4).

Prevelika tjelesna težina i trbušna masnoća povezani su s mnogim štetnim promjenama metabolizma (niskim HDL-kompleksom, visokim razinama triglicerida, povišenim razinama LDL-a, hipertenzijom, intolerancijom glukoze, rezistencijom na inzulin i dijabetesom) kao komplikacijama. Posebno treba naglasiti da je pretilost povezana sa značajno većim brojem bolesti u usporedbi s drugim rizičnim čimbenicima, kao na primjer pušenjem (1).

Poseban je problem pojavnost prekomjerne tjelesne težine i nekih elemenata metaboličkog sindroma u mlađoj životnoj dobi s mogućim utjecajem na prerane promjene na krvnim žilama i ateroskleroze. U djece školske dobi, u porastu je učestalost pretilosti koja je u upravnom odnosu prema (smanjenom) stupnju tjelesne aktivnosti (1).

Potrebno je prepoznati povišenu opasnost za te bolesti napose u osoba koje boluju od androidnoga (ili jabukolikoga) tipa pretilosti jer su u njih izraženiji rizici za nastajanje komplikacija, nego u onih koji boluju od ginoidnoga (ili kruškolikoga) ili pak intermedijarnoga tipa pretilosti (5).

#### *Poremećaj metabolizma masti*

Osim visokoga ukupnog kolesterola u krvi važan utjecaj u razvoju ateroskleroze ima i poremećaj metabolizma triglicerida i HDL-kolesterola. LDL-kolesterol značajno je povezan s aterosklerozom i koronarnom bolešću (1).

Povećanje kolesterola u krvi za 10 % rezultira 20 %-tnim povećanjem rizika od koronarne bolesti. Rizik se značajno povećava u kombinaciji s pušenjem, niskim HDL-kolesterolom, povišenim krvnim tlakom i šećernom bolešću, nekih od sastavnica metaboličkog sindroma. Više vrijednosti su povezane s povećanim rizikom koronarnoga incidenta (5).

HDL-kolesterol ima "protektivni efekt" i smanjuje rizik od ateroskleroze i kardiovaskularnih bolesti. Što je niža razina HDL-kolesterola, veći je rizik za aterosklerozu i kardiovaskularne bolesti. Razina HDL-kolesterola često je niža u bolesnika s povišenim

razinama triglicerida, u pušača, pretilih i tjelesno neaktivnih ljudi (5).

Rezultati prospektivnih istraživanja upućuju na povezanost između trbušne pretilosti i razvoja bolesti krvnih žila srca, kao i povezanosti toga tipa pretilosti s povećanom smrtnosti. Kako je trbušni tip pretilosti (napose njegova visceralna komponenta) povezan s povišenjem serumske koncentracije triglicerida i lipoproteina niske gustoće (LDL-kolesterola), po svemu sudeći, ta je sklonost ubrzavanja aterogeneze povezana s trbušnim tipom pretilosti i bolesti krvnih žila srca. Nakupljanje triglicerida u masnom tkivu pospješuje lipolizu i oslobađanje slobodnih masnih kiselina u krvnu cirkulaciju, što ulazi u jetru, gušteraču i skeletno mišićje. U usporedbi s potkožnom masti, visceralne masne stanice (adipociti) sadrže veći omjer beta-adrenergičkih, kao i manje alfa-adrenergičkih receptora, što povećava njihovu osjetljivost za oslobađanjem slobodnih masnih kiselina. Procese kontroliraju hormoni srži nadbubrežne žlijezde - katekolamini. Masno tkivo, a napose njegova visceralna komponentna, danas se smatra endokrinim organom, čija se hormonska aktivnost sastoji u lučenju više od 100 različitih tvari i autokrinih/parakrinih čimbenika. Glavninu tog lučenja čine citokini, čimbenik rasta, markeri akutne faze kao i drugi medijatori upalnih zbivanja (6).

Mnogi od tih čimbenika, poput adipokina ili adipocitokina, imaju udio u patogenezi ateroskleroze, neosjetljivosti za inzulin te utječu na porast krvnog tlaka. Masno tkivo, a napose njegova potkožna komponenta, stvara leptine, čije su molekule slične citokinima, a imaju značajno mjesto u regulaciji tjelesne mase. Oni utječu na sitost i utrošak energije. Učinak adiponektina sastoji se u porastu oksidacije masnih kiselina u mišićju i njihovoj smanjenoj koncentraciji u krvi. U masnom tkivu, a napose u njegovoj visceralnoj komponenti, pojavljuje se i inhibitor-1 aktivatora plazminogena. Porast koncentracije tog peptida povezan je također s razvojem ateroskleroze (6).

#### *Povišeni krvni tlak*

Visceralno masno tkivo povezano je s angiotenzinom i inhibitorom angiotenzin-konvertirajućeg enzima (ACE inhibitor), koji sudjeluje u kontroli krvnoga tlaka u pretilih osoba. Angiotenzin II stimulira oslobađanje pro-aterogenih adipocitokina, interleukina-6 i inhibitora-1 aktivatora plazminogena iz adipocita. Tako je ekscesivno nakupljanje visceralnog masnog tkiva neovisni metabolički čimbenik (7).

Arterijska hipertenzija glavni je neovisni čimbenik kardiovaskularnoga rizika. O težini hipertenzije i njezinom trajanju ovisit će rizik od kardiovaskularnih komplikacija. Meta-analiza istraživanja provedenih 1990-ih godina na više od 47000 osoba s povišenim krvnim tlakom, upućuje da sniženje sistoličkoga krvnog tlaka za 1 kPa do 2 kPa i dijastoličkoga krvnog tlaka za 1 kPa smanjuje rizik od cerebrovaskularnoga inzulta za 38 %, a rizik od koronarne bolesti za 16 % (8).

#### *Šećerna bolest ili poremećaj metabolizma glukoze*

Usporedno s porastom tjelesne težine povećava se otpornost na djelovanje inzulina i opterećenje beta-stanica Langerhansovih otočića gušterače, stanica koje proizvode inzulin ovisno o potrebama tijela. Tako dugo dok beta-stanice mogu stvoriti dovoljno inzulina za povećane potrebe tijela, osoba će biti pretiła, ali bez znakova šećerne bolesti. Ovisno o genetskom naslijeđu, određeni stupanj pretilosti dovodi do relativnoga manjka inzulina u tijelu (nedovoljno inzulina za povećane potrebe pretiloga tijela), nemogućnosti održavanja odgovarajućeg metabolizma glukoze, masti i bjelančevina te nastaje šećerna bolest tipa 2 u pretilo osobe. Kao potvrdu jednog od kriterija dijagnoze metaboličkoga sindroma, dovoljno je dijagnosticirati predijabetička stanja; poremećenu razinu glukoze natašte (od 6,2 mmol L<sup>-1</sup> do 7,0 mmol L<sup>-1</sup>); oštećenu toleranciju glukoze koja se određuje putem OGTT-testa uz vrijednosti glukoze u plazmi od 7,8 mmol L<sup>-1</sup> do 11,1 mmol L<sup>-1</sup> u 120. minuti testa ili šećernu bolest uz vrijednosti glukoze u plazmi od 7,0 mmol L<sup>-1</sup> natašte ili više od 11,1 mmol L<sup>-1</sup> u 120. minuti testa za uzorak venozne ili kapilarne plazme (3).

Nepravilno liječenje šećerne bolesti dovodi do pojave bolnih i višestrukih komplikacija šećerne bolesti koje se javljaju na malim krvnim žilama (posebno izražene na očima ili bubrezima), velikim krvnim žilama (posebno izražene na velikim žilama mozga, srca i okrajina) i živcima (somatskim i vegetativnim). Dijabetes može značajno ubrzati ateroskleroze. Premda su bazične genetske abnormalnosti u oba tipa šećerne bolesti tek djelomično poznate, zna se da šećerna bolest u ljudi dovodi do abnormalnih promjena svih stanica, što skraćuje život. Aterosklerotske promjene na koronarnim arterijama u osoba s dijabetesom su teže, difuznije rasprostranjenije, često na malim krvnim arterijama i obično nedostupne za invazivno liječenje (dilataciju). Osobe sa šećernom bolešću u odnosu na nedijabetičare rijetko imaju bolest

samo jedne koronarne žile, već dviju ili triju žila (9).

Epidemiološki, najčešća opasnost za razvoj komplikacija šećerne bolesti događa se u pretilih bolesnika sa šećernom bolesti tipa 2. Potreba za intenzivnim medikamentoznim liječenjem, često s velikim brojem lijekova (za šećernu bolest, povišenje krvnoga tlaka, poremećaj metabolizma masti, poremećaj metabolizma mokraćne kiseline, analgetika zbog težinskog opterećenja zglobova), čini taj problem izuzetno velikim. S druge strane, znanstveno je dokazano da smanjenje tjelesne težine osnovnim principima liječenja (odgovarajućom podukom bolesnika uz samozbrinjavanje, redovitom tjelesnom aktivnošću te smanjenjem prehrane) može u razdoblju od nekoliko tjedana dovesti do potpune normalizacije svih navedenih poremećaja (10), uz povećanje kvalitete života ranije pretilih osoba sa šećernom bolesti tipa 2 i značajne uštede u zdravstvenim troškovima.

#### TJELESNA AKTIVNOST

Jedan od prvih pionira čiji je rad pomogao da se promjeni mišljenje o korisnosti tjelesne aktivnosti u populaciji bio je Jeremy Morris. On je prvi proveo ozbiljne epidemiološke studije istražujući tjelesnu aktivnost i rizik kroničnih bolesti te ih publicirao 1953. godine (11).

Energija koja se utroši tijekom 24 sata sastoji se od metaboličkoga utroška energije u mirovanju (koja čini 60 % do 80 % ukupne potrošnje energije u mirovanju), toplinskoga učinka hrane (oko 10 %) te toplinskog učinka tjelesne aktivnosti (20 % do 40 %), pri čemu treba imati na umu pojedinačne, djelomično genetski uvjetovane razlike. Smanjeni unos energije (smanjenje prehrane) dovodi do smanjenja metaboličkoga dijela u mirovanju te smanjenja toplinskoga učinka hrane. To je jedan od razloga što se samo smanjenjem prehrane postiže slabiji učinak na smanjenje težine i njeno održavanje na dostignutoj razini u odnosu na gubitak energije tjelesnom aktivnošću. Suprotno tome, tjelesna aktivnost uz smanjeni unos energije dovodi do povećanja toplinskog učinka vježbe, povećanja metaboličkoga dijela korištenja energije u mirovanju, posebno poslije tjelesne aktivnosti višeg intenziteta te čuva nemasnu tjelesnu masu uz povećanje 24-satne potrošnje energije uz bolji učinak na smanjenje težine i njeno održavanje na dostignutoj razini. Uz tjelovježbu povećava se

metabolički dio energije u mirovanju, koji je važan u smanjenju tjelesne težine i ostaje povišen kroz 3 dana (5). Otpornost na djelovanje inzulina se smanjuje tijekom tjelesne aktivnosti i ostaje smanjena kroz 48 sati, kada se ponovno povećava implicirajući da se tjelovježba treba provoditi svakodnevno, ali zbog metaboličkih efekata mora se provesti najkasnije svakih 48 sati (12).

Tjelesnu aktivnost dijelimo na aerobnu i anaerobnu. Najjednostavnije objašnjenje je da se radi o dva različita oblika tjelesne aktivnosti koji se razlikuju samo prema intenzitetu tjelesne aktivnosti (tablica 1). Šetnja uzbrdo bez posebnih opterećenja aerobna je tjelesna aktivnost jer se za dobivanje energije u mišićima koristi kisik iz okoline. Ako se, međutim, poveća intenzitet kretanja (trčanje) i u mišićima poveća zahtjev za energijom koji se kroz aerobni metabolizam mišića ne može ostvariti, u mišićnim stanicama prevladava anaerobni metabolizam sa stvaranjem mliječne kiseline. To stanje zovemo anaerobnom tjelesnom aktivnosti. Tjelesna aktivnost protiv jačega otpora je također intenzivirani oblik

tjelesne aktivnosti i pojavljuje se kao podskupina anaerobne tjelesne aktivnosti. Poslije razdoblja bez tjelesne aktivnosti, za početak njenog provođenja, povoljnija je i nužna lagana do umjerena aerobna tjelesna aktivnost jer ne preopterećuje mišićni i kardiovaskularni sustav, a tek kasnije uz intenziviranje tjelesne aktivnosti, usporedno s poboljšanjem sposobnosti tijela za tjelesnu aktivnost, uključuje se anaerobna tjelesna aktivnost uz smanjenje tjelesne masti. Kombinacija aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti je optimalna jer dovodi do energetskoga manjka i održava ili povećava nemasnu masu tijela. Lakše je izvediva za pretile osobe i smanjuje rizik za nastanak intolerancije glukoze i šećerne bolesti tipa 2 te poboljšava dugotrajnu kontrolu glikemije (5).

Neprovođenje tjelesne aktivnosti važan je čimbenik rizika na koji povoljno mogu utjecati liječnik pravilnim savjetovanjem i bolesnik samim provođenjem redovite primjerene tjelesne aktivnosti. Glavni nepovoljni, katkada i pogubni učinci nedostatka tjelesne aktivnosti su: smanjenje tjelesnog radnog kapaciteta, propadanje skeletnih mišića, nestabilnost zglobova,

**Tablica 1** Intenziteti tjelesne aktivnosti pri obavljanju: a) pojedinih dnevnih poslova, b) tjelovježbi i sportova izraženo u MET\*

a) Dnevni poslovi		
Niski (<3 MET)	Umjereni (3 MET do 6 MET)	Visoki (>6 MET)
spori hod, 4 km h <sup>-1</sup>	brzi hod, 6 km h <sup>-1</sup> (5,3 MET)	brzi hod, 8 km h <sup>-1</sup> (9,6 MET), brzi hod uzbrdo ili s teretom
lakši kućni poslovi (usisavanje tepiha, manji popravci)	umjereno teški kućni poslovi s podizanjem ili nošenjem kućnih potrepština, ličenje zidova i sl.	teži kućni poslovi (premještanje namještaja, nošenje teških predmeta)
lakši rad u vrtu	umjereno teški rad u vrtu	teški rad u vrtu
lagano igranje s djetetom, čuvanje djeteta u sjedećem i stojećem stavu	igranje s djetetom u hodu ili trčaranju, zbrinjavanje djeteta (oblačenje, hranjenje s ustajanjima)	
	ples (valcer), 28 m min <sup>-1</sup> (5,1 MET)	
b) Tjelovježbe - Sportovi		
Niski (<3 MET)	Umjereni (3 MET do 6 MET)	Visoki (>6 MET)
	trčanje, oko 7 km h <sup>-1</sup>	trčanje, 9 km h <sup>-1</sup> (10 MET); 12 km h <sup>-1</sup> (11,4 MET)
lagano, sporo plivanje	prсно plivanje, 1,2 km h <sup>-1</sup> (4,4 MET)	plivanje - kraul, 3 km h <sup>-1</sup> (14 MET) skijaško trčanje, 9 km h <sup>-1</sup> (9 MET)
	golf (18 rupa u 3 h) (5,5 MET)	nogomet (7 MET do 15 MET) košarka (7 MET do 15 MET) rukomet (8 MET do 12 MET) odbojka (5 MET do 12 MET)

\*MET = 1 metabolička jedinica (odgovara primitku kisika u mirovanju oko 3,5 mL kg<sup>-1</sup> u min.  
Energijski utrošak od 1 MET iznosi približno 1 kcal kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>)

demineralizacija kostiju, povećanje srčane frekvencije u mirovanju i njezino pretjerano povećanje u opterećenju, hipovolemija, povećanje viskoznosti i koagulabilnosti krvi, gubitak položajnih vazomotornih refleksa, smanjenje ventilacijske plućne funkcije, negativna bilanca dušika i bjelančevina, anksioznost i depresija. Procjenjuje se nedostatak tjelesne aktivnosti odgovornim za 6 % do 10 % ukupne smrtnosti i 9 % prerane smrtnosti (1). Procijenjeno je da neprovođenje tjelesne aktivnosti uzrokuje 6 % nastajanja koronarne srčane bolesti, 7 % nastajanja šećerne bolesti, 10 % karcinoma dojke i 10 % karcinoma kolona. Nedostatak tjelesne aktivnosti uzrokuje preranu smrtnost u svijetu oko 5,7 milijuna od ukupno 57 milijuna smrti u 2008. godini (1). Procjena dijela populacije uz posebne osobine (*Population attributable fraction* - PAF) koja se u tim istraživanjima koristi je mjera koju upotrebljavaju epidemiolozi da bi procijenili rizični čimbenik nastajanja bolesti u populaciji. One procjenjuju proporcije pojavnosti novooboljelih koji bi se dogodile uz nedostatak određenog čimbenika (13).

S druge su strane pozitivni učinci redovite tjelesne aktivnosti: povećanje perfuzije skeletnih i srčanog mišića povećanjem gustoće kapilara i vazodilatacijom, povećanje stabilnosti zglobova, povećano i učinkovitije iskorištavanje kisika povećanjem količine oksidacijskih enzima, porast koncentracije mioglobina te broja i veličine mitohondrija, smanjenje stvaranja laktata, tj. povoljniji odnos aerobnoga (pretežno korištenje kisika) i anaerobnoga metabolizma, smanjenje katekolaminskoga odgovora koji rezultira smanjenjem srčane frekvencije i arterijskoga tlaka u mirovanju i opterećenju, povećanje ventilacijskoga anaerobnog praga, povećanje funkcionalnoga kapaciteta (izdržljivosti i snage), olakšanje regulacije tjelesne težine, smanjenje razine inzulina i poboljšanje tolerancije glukoze u osoba s tim poremećajem (metabolički sindrom) povišenja razine HDL-kolesterola i smanjenje razine triglicerida u serumu, smanjenje viskoznosti i koagulabilnosti krvi, održavanje prirodnih položajnih vazomotornih refleksa, bolja mineralizacija kostiju, smanjenje anksioznosti i depresivnosti, poboljšanje kognitivnih funkcija, olakšanoga i ubranoga povratka svakodnevnoj aktivnosti poslije koronarnoga incidenta, smanjenje opće i kardiovaskularne smrtnosti (u koronarnih bolesnika za 20 % do 25 %), smanjenje rizika od karcinoma dojke, karcinoma kolona te poboljšanje kvalitete življenja (2).

Može se općenito zaključiti da je provođenje redovite tjelesne aktivnosti u osoba oba spola, povezano sa smanjenjem udjela masnoća u ukupnoj masi tijela, premda postoje velike razlike između natjecateljske tjelesne aktivnosti (dijelom anaerobne) i ne-natjecateljske tjelesne aktivnosti (pretežno aerobne), posebno u odnosu prema spolu. No, međutim, samo intenzivnija tjelesna aktivnost dovodi do promjene sastava tijela i nemasne tjelesne mase. S druge strane, već i umjerena tjelesna aktivnost (oko 1,5 sata tjedno) produljuje život za oko 3 godine (1).

Energijski metabolizam i potrošnja energije podložni su pojedinačnoj varijabilnosti. Dugotrajna tjelovježba povećava korištenje masnoća kao izvora energije. Stupanj smanjivanja masnog tkiva uz utjecaj tjelesnog napora, razlikuje se u odnosu prema raspodjeli masnoga tkiva u tijelu (14). Rezultat se sastoji u značajnijem smanjenju obima trbušne masnoće u odnosu prema preraspodjeli glutealne masnoće. Kako je predominantni trbušni tip pretilosti povezan s povišenjem opasnosti komplikacija pretilosti, smanjivanje količine trbušnog masnog tkiva ima za posljedicu nižu stopu opasnosti za nastajanje posljedica. Stupanj smanjivanja masnoga tkiva uz utjecaj tjelesnoga vježbanja je različit. U žena nije samo veća količina masnoga tkiva nego u muškaraca, već je u njih za oko 50 % više masnih stanica. No, u žena se masno tkivo više nakuplja u glutealno-femoralnim područjima, a ta su područja rezistentnija na tjelovježbene aktivnosti nego što je trbušno masno tkivo (5).

Uz redovitu tjelesnu aktivnost smanjuje se učestalost šećerne bolesti tipa 2, poboljšava inzulinska osjetljivost u tipu 1 i tipu 2 šećerne bolesti, smanjuje se incidencija mikro- i makrovaskularnih promjena u osoba sa šećernom bolešću, smanjuje se mortalitet osoba sa šećernom bolešću te povoljno utječe na druge aterogene čimbenike (na primjer: poremećaj metabolizma masti, povišeni krvni tlak te čimbenike zgrušavanja krvi) (15).

Problemi tjelesne aktivnosti u osoba sa šećernom bolesti tipa 1 povezani su s hipoglikemijama koje su učestalije tijekom tjelesne aktivnosti ako je razina glikemije prije početka tjelesne aktivnosti niža, ali i učestalije hiperglikemije tijekom tjelesne aktivnosti ako je razina glikemije prije tjelesne aktivnosti bila viša ( $>13,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ; kao sekundarna posljedica smanjene razine inzulina u krvi). U takvim stanjima se zbog manjka inzulina glikemija tijekom tjelesne aktivnosti povećava, a ne smanjuje. Posebno je važno da se usklade načini djelovanja betacitotropnih tableta ili vrste primijenjenog inzulina - duljine njegova

djelovanja kao i snage djelovanja u trenutku provođenja tjelesne aktivnosti. Najčešća je pogreška koju čine sportaši sa šećernom bolesti tipa 1 da dozvoljavaju „sigurnosnu hiperglikemiju“ prije početka tjelovježbe kao osiguranje za sprečavanje hipoglikemije tijekom tjelovježbe, umjesto kratkotrajne nadoknade brzo resorbirajućim ugljikohidratima tijekom tjelesne aktivnosti (15).

U pretilih osoba sa šećernom bolesti tipa 2 tjelesna aktivnost dovodi do smanjenja otpornosti na djelovanje inzulina, smanjenje glikemije uz održanu razinu inzulina i C-peptida. Gustoća kapilara u mišićima omogućuje dostupnost inzulina tijekom tjelesne aktivnosti i značajno bolje inzulinsko djelovanje. Zbog razlika u osobinama krvnih žila, učinak je nešto slabiji u starijih pretilih osoba sa šećernom bolesti tipa 2, a pojačan u osoba liječenih betacitotropnim lijekovima ili inzulinom (15). Učinjena meta-analiza dokazala je povoljni efekt strukturirane tjelesne aktivnosti u osoba sa šećernom bolesti tipa 2 (15).

Osobe koje provode redovitu tjelesnu aktivnost imaju manju učestalost povišenja krvnog tlaka (5). U meta-analizi 25 studija, utvrđeno je smanjenje sistoličkoga krvnog tlaka u 67 % ispitanika i dijastoličkoga tlaka u 70 % ispitanika koji su provodili redovitu tjelesnu aktivnost (5).

S obzirom da tjelesna aktivnost smanjuje otpornost na djelovanje inzulina, utjecaj na regulaciju glikemije je povoljan. Povoljno povećanje djelovanja inzulina bilo povećanjem sekrecije inzulina ili pojačavanjem njegova djelovanja zbog smanjenja otpornosti za djelovanje inzulina povećava aktivnost endogeno izlučenog inzulina i samim time i povoljniju regulaciju glikemije (15).

U predstojećem razdoblju ćemo morati, prema uzoru s kontrolom pušenja, uvesti i praćenje neprovođenja tjelesne aktivnosti i čimbenika koji stoje iza toga, zaštititi osobe koje provode tjelesnu aktivnost i graditi pozitivno okruženje za tjelesnu aktivnost, uvoditi usluge koje će omogućiti neaktivnima da uspostave navike za tjelesnu aktivnost koje će im goditi, upozoravati javnost na opasnosti zbog nedostatka tjelesne aktivnosti kroz ponovljene kampanje, osigurati da medicinsko okruženje ispuni svoje obaveze u stimuliranju tjelesne aktivnosti i na kraju pokušati osigurati novac za financiranje podrške za tjelesne aktivnosti u obeshrabrivanju neaktivnih (1). Potrebno je populacije koje ne provode tjelesnu aktivnost smatrati neprirodnim i prepoznati ih kao nositelje visokog rizika za nastajanje komplikacija (1). Odgovornost prema osobnom zdravlju je osobna

odgovornost i javno pravo. Uz pogreške u načinu života, uključujući i neprovođenje tjelesne aktivnosti, osoba inzistira na svojem pravu - bez odgovornosti, a uz pojavu kasnih komplikacija zbog navedenih pogrešaka u životu te iste osobe su spremne inzistirati na osobnim pravima i ljudi s odgovornosti drugih zbog liječenja njihove neodgovornosti.

Svjetska zdravstvena organizacija usvojila je globalnu strategiju o dijeti, tjelesnoj aktivnosti i zdravlju, 2004. godine, uz posljedično objavljivanje implementacijskih dokumenata. Ujedinjeni narodi na sastanku Generalne skupštine o kroničnim nezaraznim bolestima u rujnu 2011. godine usvojili su rezoluciju za preventivni pristup kroničnim nezaraznim bolestima da bi naglasili potrebu za prevenciju i kontrolu bolesti koje su uzrokovale 63 % smrti na globalnoj razini u 2008. godini. Nažalost, planovi ne znače implementaciju, implementacija ne znači strategiju i strategija ne znači promjenu ponašanja populacije (1).

## METABOLIČKI SINDROM I TJELOVJEŽBA

Posebnosti za provođenje tjelesne aktivnosti u osoba sa metaboličkim sindromom su nesposobnost za dovoljno intenzivnu tjelesnu aktivnost (zbog prevelike razlike između mase tijela, snage mišića i zglobova), preuveličavanje u opisu provedene razine tjelesne aktivnosti, podcjenjivanje u opisu količine uzete hrane te pretjerivanja u vjerovanju utjecaja genetskih i metaboličkih čimbenika debljine (5). Smanjenje tjelesne mase najmanje je uz samo redukcijsku prehranu, bolje je uz samo redovito provođenje kombinirane aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti, a najbolji učinak postiže se redovitom tjelovježbom uz redukcijsku prehranu. Najizrazitiji učinak tjelesne aktivnosti zamjećuje se u pretilih muškaraca (5).

Najveći broj objavljenih smjernica za provođenje tjelovježbe odnose se na problem postojanja komplikacija kao i preporuka kako uskladiti tjelesnu aktivnost s komplikacijama. Neusporedivo manje se nalazi uputa o tome kako treba tjelovježbu započeti, kako osobe motivirati i kako je postupno pojačavati prema porastu sposobnosti organizma.

### *Preporuke za provođenje tjelesne aktivnosti u osoba s metaboličkim sindromom*

1. Osobe koje nisu izgradile motivaciju za redovito provođenje tjelesne aktivnosti potrebno je najprije

potaknuti odgovarajućim savjetovanjem. Najčešći argument koji se može osobi savjetovati je da će prema svjetskim statistikama bez redovite tjelesne aktivnosti, posebno uz prekomjernu tjelesnu težinu, vjerojatno biti u skupini osoba koje će živjeti 8-10 godina kraće.

2. Ako uspijemo osobe privoljeti da započnu redovitu tjelesnu aktivnost, potrebno je učiniti liječničke preglede i pretrage zbog utvrđivanja eventualnih kontraindikacija za tjelesnu aktivnost.

3. Ako nema kontraindikacija, osobi s metaboličkim sindromom je potrebno za početak savjetovati aerobne tjelesne aktivnosti manjega intenziteta (svakodnevno ili najmanje svaki drugi dan), ali duljega trajanja (duljina provođenja tjelovježbe ne može se nadoknaditi intenzitetom tjelovježbe! - jedna od najčešćih pogrešaka kojima se stvara opasnost za zdravlje i oštećuju zglobovi), uz usporednu redukcijsku prehranu. Tjelesnu aktivnost treba provoditi po mogućnosti u okviru svakodnevnoga života (npr. više šetnje, odlazak na posao pješice, uspon stubama ako nema tereta, određivanje vremena provođenja tjelesne aktivnosti tijekom jutra ili večeri). U početnom razdoblju, zbog mogućih ozljeda zglobova ili mišića, nikako ne provoditi intenzivnu anaerobnu tjelesnu aktivnost. (Npr.: osoba 6 dana u tjednu ne provodi tjelesnu aktivnost, a sedmi dan, praktično pola dana intenzivnom anaerobnom tjelovježbom - igranjem tenisa ili nogometa, pokušava nadoknaditi izgubljeno. Samo je pitanje vremena kada će započeti oštećenje zglobova, posebno koljena.)

4. Proces tjelovježbe treba uključivati: zagrijavanje tijela 5-10 min, tjelovježbu 20-30 min i opuštanje 10-15 min.

5. Plan provođenja tjelesne aktivnosti potrebno je provesti prema željama i mogućnostima osobe.

6. Mobilni aparat koji većina populacije koristi ili neprestano nosi sa sobom mogu se koristiti za podsjećanje osoba da tijekom dana nisu proveli redovitu dnevnu tjelovježbu.

7. Poslije uspostavljanja redovitog ritma tjelesne aktivnosti, eventualno sa smanjenjem tjelesne mase, započeti postupno povećavati intenzitet tjelovježbe s postupnim početkom manjih stupnjeva anaerobne tjelesne aktivnosti.

8. Bolesnici s metaboličkim sindromom koji zbog bolesti jednoga dijela tijela moraju ležati u krevetu, pogrešno su „oslobođeni“ tjelovježbe drugih nebolesnih dijelova tijela. Dugotrajnim ležanjem bez tjelovježbe značajno se smanjuje tjelesna sposobnost i produljuje razdoblje rehabilitacije. Pasivno razgibavanje uz

pomoć fizioterapeuta samo je dio programa povezanog s održavanjem pokretljivosti zglobova.

9. Liječničke preglede i laboratorijske pretrage potrebno je ponavljati u redovitim razdobljima, s time da razdoblja između pregleda ovise o dobi osobe i zdravstvenom stanju utvrđenom na prvom pregledu ili utvrđenom tijekom postupnoga intenziviranja tjelesne aktivnosti. Uz uspješne rezultate provođenja tjelesne aktivnosti potrebno je nastaviti redovite sistematske preglede, koji će obuhvatiti ranu detekciju bolesti, ali i procjenu sposobnosti tijela za redovitu tjelesnu aktivnost.

10. Potrebno je uvođenje tjelesne aktivnosti kao navike već u mlađoj dobi, posebno osobama sa prekomjernom tjelesnom težinom. U nastavni plan provođenja tjelovježbe potrebno je u satove tjelesnog odgoja uključiti vježbe, koju bi svaka osoba tijekom dana kao oblik svakodnevne tjelovježbe morala upražnjavati i provoditi cijeli život.

11. Nužno je uključivanje vladinih i nevladinih organizacija u provođenje programa redovite tjelovježbe. Podrška kampanjskim akcijama samo je početak sustavne sveobuhvatne politike, koja treba usvojiti odluke, koje će olakšati, ali i stimulirati tjelovježbu svih dobnih skupina. Proces osnivanja udruga koje se osnivaju radi profitabilnoga traženja mogućih budućih šampiona treba zamijeniti državnom podrškom udruženjima gdje djeca i odrasli mogu slobodno doći i provoditi različite oblike tjelesne aktivnosti.

12. Da bi se moglo utjecati na promjenu politike prema tjelesnoj aktivnosti potrebno je sustavno, standardizirano prikupljanje podataka koji se mogu koristiti kao argumenti za promjenu političkih i strateških odluka za promjenu stajališta prema nacionalnom provođenju tjelesne aktivnosti u populaciji (16).

## ZAKLJUČCI

Najbolji rezultati u unapređenju zdravlja postižu se usklađenim provođenjem aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti. Najbolji rezultati u smanjenju tjelesne težine postižu se zajedničkim efektom redovite tjelovježbe s redukcijskom prehranom. Motivacija je ključni element redovite tjelesne aktivnosti, zajedno s ugodom koje osoba primjećuje poslije završene tjelesne aktivnosti. Osobe ili obitelji koje su takvu motivaciju izgradili, uz ispravni način



života mogu očekivati produljenje trajanja života i poboljšanje kvalitete života.

Provođenje tjelesne aktivnosti smanjuje korištenje automobila i tako pridonosi smanjivanju produkcije topline i ugljičnog dioksida, očuvanju okoliša i smanjenju učinka „staklenika“. Provođenje i kontrola provođenja tjelesne aktivnosti bazično je ljudsko pravo, ali i obaveza. Određeni broj ljudi uopće ne koristi tjelovježbu. Najčešće su to osobe koje vrijeme provedeno u tjelesnoj aktivnosti doživljaju kao gubitak vremena. Razvoj pretilosti kao i komplikacije neprovođenja tjelesne aktivnosti uopće, ne povezuju s tjelesnom aktivnosti. Razvoj komplikacija i kraće očekivano trajanje života obično su rezultati takvog ponašanja. Velika većina osoba ne provodi tjelesnu aktivnost redovito, opravdavajući to manjkom vremena, ali uživaju u raznim oblicima anaerobne tjelesne aktivnosti, koje provode jednom ili dva puta tjedno, npr. kroz pojačani intenzitet tjelesne aktivnosti bez pripreme. To je skupina osoba koja najčešće doživljava povrede zglobova koje mogu dovesti i do invaliditeta.

#### LITERATURA

1. Horton R, editor. Physical Activity. Lancet 2012 [pristup 3. rujna 2012.]. Dostupno na [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/physact\\_complete\\_reduced20072012.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/physact_complete_reduced20072012.pdf)
2. World Health Organization (WHO). Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: WHO; 2010.
3. International Diabetes Federation. The IDF Consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome, Bruxelles 2006 [pristup 3. rujna 2012.]. Dostupno na [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Meta\\_def\\_final.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf)
4. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray DJL. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. Lancet 2006; 367:1747-57.
5. Eriksson J, Taimela S, Koivisto VA. Exercise and the metabolic syndrome. Diabetologia 1997;40:125-35.
6. Pi-Sunyer FX. Medical hazards of obesity. Ann Intern Med 1993;119: 655-60.
7. De Backer G, Ambrosioni E, Borch-Johnsen K, Brotons C, Cifkova R, Dallongeville J, Ebrahim S, Faergeman O, Graham I, Mancia G, Manger Cats V, Orth-Gomér K, Perk J, Pyörälä K, Rodicio JL, Sans S, Sansoy V, Sechtem U, Silber S, Thomsen T, Wood D; Third Joint Task Force of European and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Eur Heart J 2003;24:1601-10.
8. MacMahon S, Peto R, Cutler J, Collins R, Sorlie P, Neaton J, Abbott R, Godwin J, Dyer A, Stamler J. Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure: prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. Lancet 1990;335:765-74.
9. Stein B, Weintraub WS, Gebhart SP, Cohen-Bernstein CL, Grosswald R, Liberman HA, Douglas JS Jr, Morris DC, King SB 3rd. Influence of diabetes mellitus on early and late outcome after percutaneous transluminal coronary angioplasty. Circulation 1995;91:979-89.
10. Yki-Järvinen H. Type 2 diabetes: remission in just a week. Diabetologia 2011;54:2477-9.
11. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. Lancet 1953;265:1111-20.
12. King DS, Dalsky GP, Clutter WE, Young DA, Staten MA, Cryer PE, Holloszy JO. Effects of exercise and lack of exercise on insulin sensitivity and responsiveness. J Appl Physiol 1988;64:1942-6.
13. Powel KE, Blair SN. The public health burdens of sedentary living habits: theoretical but realistic estimates. Med Sci Sports Exerc 1994;26: 851-56)
14. Babić Z, Deškin M, Muačević-Katanec D, Erdeljić V, Mišigoj-Duraković M, Metelko Ž. Estimation of physical activity by different questionnaires in overweight subjects and patients with Type 2 diabetes mellitus: Relationship with anthropometric and metabolic variables. Diabetes Nutr Metab 2004;17:280-9.
15. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. Diabetologia 2003;46:1071-81.
16. Metelko Ž, Babić Z, Car N, Pavlič-Renar I, Ročić B, Škrabalo Z, Granić M. The Croatian model of diabetes care and the St. Vincent Declaration. Diabetes Nutr Metab 2000;13:178-80.

### *Summary*

#### EXERCISE IN PREVENTION, TREATMENT, AND REHABILITATION OF METABOLIC SYNDROME

The introduction to this paper describes metabolic syndrome as the most prominent disease among metabolic diseases. Metabolic syndrome is defined according to the criteria of the World Health Organization and International Diabetes Federation. The paper continues to describe exercise in more detail, from metabolic effects to changes in different body organs. The importance of exercise for a healthy lifestyle is then discussed. The best results in the treatment of metabolic syndrome can be achieved combining aerobic and anaerobic exercise. The best results for reducing body weight can be achieved with combined effects of regular exercise and a reduction diet. Motivation is the critical element in regular exercise. Most persons with metabolic syndrome do not exercise regularly, using lack of time as an excuse, but insist on intensified anaerobic exercise once a week for several hours. This is a group of persons who usually develop injuries that may lead to disability. The paper explains the role of international organisations, governments, health systems, non-governmental organisations, and all individuals in sustainable exercise and lists their responsibilities. Finally, it is suggested to introduce, perform, and monitor regular, daily exercise through self-control and the health system, especially for the sustainable intensity of aerobic and anaerobic exercise.

**KEY WORDS:** *diabetes, exercise, guidelines for exercise, overweight*

#### CORRESPONDING AUTHOR:

Željko Metelko  
School of Medicine, University of Zagreb  
University Clinic for Diabetes, Endocrinology and  
Metabolic Diseases Vuk Vrhovac  
Dugi dol 4a, 10000 Zagreb, Croatia  
E-mail: [zeljko.metelko@idb.hr](mailto:zeljko.metelko@idb.hr)