

FIZIČKA AKTIVNOST I ŠEĆERNA BOLEST

MAJA BARETIĆ

Klinički bolnički centar Zagreb, Interna klinika, Zavod za endokrinologiju, Zagreb, Hrvatska

Sve veća učestalost šećerne bolesti povezuje se s prihvaćanjem netradicionalnih načina prehrane i prakticiranjem „sjedilačkog načina života“. Liječenje šećerne bolesti sastoji se od promjene životnog stila što uključuje promjenu fizičke aktivnosti, tipa i učestalosti prehrane te uzimanje specifične terapije. Fizička aktivnost je dio temeljnog liječenja dijabetesa; ima dokazane koristi u smanjenju inzulinske rezistencije, poboljšanju glikemijske kontrole, lipidnog profila, u normalizaciji tjelesne mase i povećanju kardiorespiracijske sposobnosti. Vježbanje može smanjiti potrebu za lijekovima i usporiti razvoj nekih dijabetičkih komplikacija. U osoba koje se liječe od šećerne bolesti postoje i određena ograničenja, što se uglavnom odnosi na one s prisutnim komplikacijama. Prije započinjanja programa fizičke aktivnosti preporučuje se učiniti medicinsku evaluaciju te dati adekvatne upute. Tjelovježba se prakticira uz spoznaju da za vrijeme i poslije intenzivnih vježbi glukoza u plazmi pada zbog njene povećane potrošnje, ali i povećane inzulinske osjetljivosti. Bolesnici koji su liječeni inzulinom ili inzulinskim sekretagogima imaju veći rizik od hipoglikemije pa se količina unesenih kalorija prilagođava tipu i intenzitetu fizičke aktivnosti, daju se jasne upute glede prilagodbe terapije prije i/ili nakon tjelovježbe. Šećerna bolest nije prepreka za bavljenje sportom, no zahtijeva angažiranost i znanje, kako medicinskog tima koji prati bolesnika, tako i bolesnika s šećernom bolešću samog.

Ključne riječi: šećerna bolest, tjelovježba, sport

Adresa za dopisivanje: Dr. sc. Maja Baretić, dr. med
Zavod za endokrinologiju
Interna klinika
KBC Zagreb
Kišpatičeva 12
10 000 Zagreb, Hrvatska
E-mail maja.simek@zg.t-com.hr

FIZIČKA AKTIVNOST I ŠEĆERNA BOLEST

Šećerna bolest je kronična bolest koja nastaje kada gušterača ne proizvodi dovoljno inzulina, ili kada tijelo ne može učinkovito iskoristiti proizvedeni inzulin. Šećerna bolest se ne promatra kao izolirani poremećaj glikemije nego kao „... heterogena grupa metaboličkih poremećaja karakterizirana trajnom hiperglikemijom, dok je kronična hiperglikemija vezana uz poremećaj metabolizma ugljikohidrata, masti i proteina, nastala kao poremećaj sekrecije inzulina, njegovog djelovanja ili oboje.“(1).

Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da je broj osoba sa šećernom bolesti porastao sa 108 milijuna u 1980. godini na 422 milijuna u 2014. godini (1). Očekuje se najveći porast šećerne bolesti u zemljama koje su sada u razvoju, vjerojatno kao posljedica prihvaća-

nja specifičnih netradicionalnih načina prehrane i mijenjanja životnih navika. Epidemiju šećerne veže se uz epidemiju debljine. Kako se debljina javlja u sve mlađoj životnoj dobi, za očekivati je da će i udio osoba koje su niz godina pretile biti sve veći i da će se one prakticirajući „sjedilački način života“ sve manje kretati. Populacija stari i metaboličke posljedice bit će izraženije pa se može očekivati da će incidencija dijabetesa biti sve veća. S druge strane, na veći ukupan broj oboljelih od dijabetesa utječe i činjenica da se o dijabetičkim osobama sve bolje skrbi i da imaju dulji životni vijek.

Dva najčešća tipa šećerne bolesti su tip 1 i tip 2. U tipu 1 dijabetesa dolazi do autoimunoga razaranja β -stanica u Langerhansovim otočićima gušterače koje izlučuju inzulin. Kao posljedica destrukcije stanica nema više sinteze inzulina te dolazi do njegovog apsolutnog manjka. Ranije je nazvan inzulin-ovisni, jer je životno

potrebno liječenje inzulinom. Radi od 5 % do 10 % slučajeva svih dijabetesa. On je najčešći je u djece i mlađih osoba te se nekada nazivao i juvenilnim dijabetesom. Čak i do trećine slučajeva novonadenog tipa 1 javlja se u dobi iznad 30 godina pa se naziv juvenilni izbjegava. (2). Većinu dijagnostificiranih dijabetesa čini onaj tipa 2. Kod tipa 2 niz različitih, nasljednih i okolišnih čimbenika utječe na njegovu pojavu, manifestaciju i brzinu razvoja. Etiologija nije do kraja poznata, nego elementi „mozaika“ koji ga čine. Postavka u kojoj nasljedni faktor (možda poligenski) nosi rizik, a trigerira ga okolišni (npr. debljina) je prihvaćeni model (3,4). Četiri elementa koja metabolički determiniraju dijabetes tipa 2 su debljina, inzulinska rezistencija, disfunkcija sekrecije inzulina i pojačana sinteza endogene glukoze. Oko 90 % svih dijagnostificiranih dijabetesa čini tip 2.

Sama narav šećerne bolesti nije jednostavna, kao ni njena etiologija, pa se ne može simplificirati niti pitanje terapije. Kako postoji više tipova dijabetesa, postoji i više modaliteta terapije koji nisu primjenjivi za svaki tip. Svaka osoba sa svojim kliničkim stanjem, navikama i psihofizičkim mogućnostima te motiviranošću dijelom diktira tip liječenja. Cilj liječenja dijabetesa nije isključivo dobra kontrola glikemije, nego i uplitanje u patofiziologiju same bolesti i čuvanje rezervi endogenog inzulina što dulje (što se odnosi na tip 2). Cilj terapije također nije samo izbjegavanje akutnih komplikacija, nego mogućnost da osoba sa šećernom bolesti živi što dulje i kvalitetnije s minimumom kroničnih komplikacija (5,6). Kronične komplikacije dijabetesa sa svojim mutilirajućim završnim stupnjevima sve više zauzimaju vodeća mjesta u neurološkim, oftalmološkim i nefrološkim odjelima, a osobe s generaliziranom aterosklerozom te srčanim i cerebrovaskularnim komplikacijama često boluju od dijabetesa. Liječenje šećerne bolesti zahtijeva maksimalni angažman samog bolesnika jer uključuje mijenjanje čitavog životnog stila, od promjene fizičke aktivnosti, tipa i učestalosti prehrane pa tek onda uzimanje specifične terapije. Liječenje se sastoji od edukacije, adekvatne fizičke aktivnosti, prehrambenih modifikacija. U tipu 2 šećerne bolesti liječenje uključuje niz oralnih antidi-jabetika, inzulina, te neinzulinske supkutane terapije. U tipu 1 dijabetesa je neminovan inzulin, takav se bolesnik može liječiti uz više dnevnih injekcija inzulina i inzulinskom crpkom te transplantacijom gušterače.

TJELOVJEŽBA KAO TERAPIJA ŠEĆERNE BOLESTI

Početak liječenja dijabetesa jest saznanje da dijabetes postoji. Saznanje za tip 1 dijabetesa najčešće započinje akutnom fazom bolesti, a saznanje za tip 2 kasni oko 5-6 godina od početka bolesti. Epidemiološki podatci o porastu debljine i uz nju dijabetesa tipa 2 zapravo

ukazuju na potrebu prvog stupnja edukacije koji je na razini javnozdravstvenih akcija kao npr. ukazivanje na potrebu mijenjanja životnih navika i unaprjeđenje zdravlja općenito („krećete li se i vi 30 minuta dnevno“). Tako se osvještava mogućnost pojave dijabetesa i u osoba koje ga trenutno nemaju, ali su obiteljski opterećene ili nose faktore rizika. Još su antički narodi preporučili tjelovježbu, odnosno tjelesnu aktivnost, kao bitan dio svakodnevnog života.

Nakon postavljanja dijagnoze započinje se tzv. temeljnim liječenjem - uputama o potrebi promjene stila života što uključuje savjetovanje o prehrani i fizičkoj aktivnosti. Fizička aktivnost je temeljni i bitan sastojak ukupnoga programa liječenja šećerne bolesti te sprječavanja kardiovaskularnih komplikacija. Ona pokazuje višestruke koristi kao što su npr. povećanje kardiorespiracijske sposobnosti, povećanje snage, smanjenje inzulinske rezistencije, poboljšanje glikemijske kontrole, unaprjeđenje lipidnog profila, održavanje tjelesne mase (7,8). Meta-analize su pokazale da nadzirani režimi koji uključuju vježbe snage i aerobne vježbe poboljšavaju glikemijsku kontrolu u odraslih bolesnika sa šećernom bolešću tipa 2 (9). Klinički je dokazano da su umjereni do visoki razina fizičke aktivnosti i kardiorespiracijska sposobnost udružene sa smanjenjem morbiditeta i mortaliteta bolesnika i s tipom 1 i s tipom 2 šećerne bolesti (10,11).

Vježbanje može smanjiti potrebu za lijekovima, a i usporiti razvoj nekih dijabetičkih komplikacija. Međutim, u osoba koje se liječe od šećerne bolesti postoje i određena ograničenja što se uglavnom odnosi na one s postojećim komplikacijama. Radi navedenog, prije samog započinjanja programa fizičke aktivnosti jačeg intenziteta i snage od šetnje, bolesnici s dijabetesom trebaju biti medicinski evaluirani uzimajući u obzir stanja koja bi mogla biti kontraindikacija za određeni tip vježbi. Neke od njih bi mogle dovesti do ozljede ili povećati rizik za srčanožilni događaj.

Aerobne vježbe ne dovode do duga kisika pa se preporučuje minimum aerobne tjelesne aktivnosti od 150 minuta tjedno umjerenog intenziteta, raspoređeno u najmanje tri navrata, s razmakom od maksimalno dva dana između pojedinih treninga. Kako anaerobne vježbe dovode do duga kisika, preporučuje se intervalno vježbanje koje se kombinira s razdobljima odmora ili aerobne tjelesne aktivnosti. Bolesnici sa šećernom bolešću koji započinju vježbe snage trebali bi imati inicijalne instrukcije, povremene savjete i praćenje trenera. Tjelovježba se prakticira uz spoznaju da za vrijeme i poslije intenzivnih vježbi glukoza u plazmi pada zbog njene povećane potrošnje, ali i povećane inzulinske osjetljivosti. Izrazito je bitno imati na umu da se količina unesenih kalorija mora modificirati prema tipu aktivnosti koja se provodi i tjelesnoj težini.

ŠEĆERNA BOLESTI TIP 2 I TJELOVJEŽBA

Poznato je da i osobe koje imaju intoleranciju glukoze mogu redovitim tjelovježbom smanjiti razvoj šećerne bolesti (12). One osobe koje već imaju tip 2 šećerne bolesti i trajno vježbaju mogu ne samo regulirati aktualnu glikemiju nego i utjecati na trajnu glukoregulaciju uz smanjenje vjerojatnosti kroničnih komplikacija (13). Tjelovježba utječe na smanjenje inzulinske rezistencije, smanjenje hiperinzulinemije čime se zadire u samu srž tipa 2 dijabetesa. Inzulinska rezistencija se smanjuje povećanom ekspresijom perifernih GLUT 4 receptora, a ako se želi postići korist koja bi smanjila i lipidemiju potrebna je rigoroznija i napornija vježba (14). Tijekom tjelovježbe otpušta se dušični oksid te dolazi do blage vazodilatacije čime se može regulirati i hipertenzija. U šećernoj bolesti tipa 2 s redovitom fizičkom aktivnošću i/ili srednjom do visokom kardiorespiracijskom sposobnošću, dokazano je smanjen srčanožilini i ukupni mortalitet 39-70 % tijekom 15-20 godina praćenja (15). Postoje određeni rizici tjelovježbe - one osobe koje uzimaju inzulin u terapiji ili se liječe inzulinskim sekretagogima kao npr. sulfnilurejama imaju veći rizik od hipoglikemije. Potrebno je navesti da postoji mogućnost hipoglikemije i u duljem razdoblju nakon tjelovježbe zbog povećane inzulinske osjetljivosti (16). Za sportaše koji imaju tip 2 šećerne bolesti, i one koji se rekreativno bave sportom danas postoji cijeli spektar lijekova koji ne dovodi do hipoglikemije (metformin, lijekovi temeljeni na inkretinskom učinku, inhibitori natrij-glukoza kotransportera 2, pioglitazon) (17). Takvom terapijom se omogućuje bolesnicima s tipom 2 dijabetesa da se bave fizičkom aktivnošću bez straha od hipoglikemije ili bez potrebe uzimanja dodatnih obroka. One osobe koje uzimaju premiješani inzulin (kombinacija srednjedugodjelujućeg i kratko/ultrakratkodjelujućeg inzulina) mogu vježbati prije uzimanja inzulina uz redukciju doze ili uz izbacivanje kratkodjelujuće komponente inzulina, tj. ako ga uzimaju u dvije doze ujutro i navečer vježbati oko podneva kada obrok nije terapijski pokriven kratkodjelujućim inzulinom. Oni bolesnici s tipom 2 dijabetesa koji se liječe po shemi bazal/bolus (više dnevnih injekcija uz bazalni srednjedugodjelujući ili dugodjelujući inzulin i boluse prandijalnog inzulina) podešavaju dozu bolusa aktualnoj glikemiji i intenzitetu tjelovježbe. Kako većina bolesnika s tipom 2 dijabetesa ima povećan srčanožilni rizik, potrebno je imati na umu da neadekvatno opterećenje može precipitirati ishemijsku miokarda. Prije početka primjene tjelovježbe potrebno je, prema procjeni liječnika, učiniti EKG, a kod bolesnika s povišenim kardiovaskularnim rizikom učiniti ergometriju. Bolesnicima s razvijenom teškom retinopatijom uz intenzivniju tjelesnu aktivnost može doći do njenog pogoršanja, tj. može izazvati krvarenje iz oštećenih krvnih žila u retini (bolesnici s retinopatijom trebali bi se poštediti izrazitih napora ili npr. ma-

nevara sličnih Valsalvi) (18). Kod onih koji imaju neuropatiju postoji veći rizik od ozljeda, čak neprimjetnih malih na stopalima koje mogu u svom kasnijem tijeku dovesti do upale. Neadekvatna obuća može otvoriti ulkus te dovesti do infekcije što se kasnije dugotrajno i teško liječi, infekcije ili deformacija. Autonomna neuropatija ponekad ograničava normalnu adaptaciju srčane frekvencije te čini limitirajući faktor za vježbanje. Preporučuje se da bolesnik s dijabetesom uz sve navedene ograde vježba aerobno umjerenim intenzitetom 30 minuta ili dulje, no vježba ne bi trebala povećati puls na više od 60-70 % bazalnog. Tjelovježba bi trebala početi zagrijavanjem koje traje oko 5-10 minuta, rastezanjem tj. „stretchingom“, nakon toga maksimalno 30 minuta treninga uz monitoriranje srčane frekvencije do željenih vrijednosti i najmanje 10 minuta postupnom obustavom vježbi tzv. „hlađenjem“. Kako često vježbati pitanje je na koje je odgovor - što češće, najbolje svaki dan, no ipak ne manje od 3 x tjedno. Praktično najlakše izvediva aerobna vježba u većine sredovječnih i starijih bolesnika sa šećernom bolešću je hodanje koje se može lako prilagoditi te imati elemente i aerobne i anaerobne vježbe. Umjereno brzo hodanje na ravnom je kao oblik aerobne vježbe, žustro hodanje uzbrdo i trčanje kao oblik intenzivne aerobne vježbe. Najveći utjecaj vježbi snage na regulaciju glikemije imaju bolesnici koji vježbaju 3 seta vježbi visokog intenziteta (8 puta po setu) 3 puta na tjedan (19,20).

ŠEĆERNA BOLESTI TIP 1 I TJELOVJEŽBA

Šećerna bolest tipa 1 je kronična bolest koja ponajprije pogađa mlađu populaciju te uključuje kompleksne mjere liječenja edukacijom, dijetom, inzulinom i tjelesnom aktivnošću. Radi neminovne primjene inzulina potrebno je prilagoditi njegovu dozu i vrijeme aplikacije tjelovježbi, tj. prilagoditi unos ugljikohidrata. Radi se o mladim ljudima koji teže fizičkoj aktivnosti kao i njihovi vršnjaci, često su nerealno limitirani samom bolešću što je izraženo tijekom djetinjstva i adolescencije. U istraživanju bolesnika sa šećernom bolesti tipa 1 obrađivanih u sklopu dnevne bolnice Zavoda za endokrinologiju KBC-a Zagreb procijenjena je razina tjelesne aktivnosti Međunarodnim upitnikom tjelesne aktivnosti (engl. *International Physical Activity Questionnaire* - IPAQ) te se došlo do rezultata da značajna proporcija ispitanika sa šećernom bolesti tipa 1 (87,5 %) spada u skupinu visoko i umjereno tjelesno aktivnih osoba (21). Stoga ne čudi da postoji velik broj mladih ljudi s tipom 1 šećerne bolesti koji se svakodnevno bave ciljanom fizičkom aktivnosti, a neki od njih i profesionalnim sportom. Postoji i profesionalni biciklistički tim, u kojem svi sportaši oboljeli od dijabetesa tipa 1 ostvaruju vrhunske sportske rezultate (22). Niz profesionalnih sportaša boluje od tipa 1 dijabetesa, a jedan od njih je i

nositelj olimpijskog zlata (23). Takvi rezultati pokazuju da dijabetes nije prepreka za bavljenje sportom, no zahtijeva veliku angažiranost i znanje, kako medicinskog tima koji prati bolesnika, tako i samog bolesnika.

Mišić je organ koji može primiti glukozu i bez inzulina što je izraženije za vrijeme tjelovježbe pa se glikemija tada spontano smanjuje osobito za vrijeme aerobnih aktivnosti. Za vrijeme mirovanja 10 % energije u mišiću dolazi od glikogenolize, do 90 % oksidacije masnih kiselina a samo pokoji postotak od aminokiselina. Uz početak tjelovježbe počinju se naglo trošiti zalihe glikogena uz sintezu laktata - nakon nekoliko minuta dolazi do vazodilatacije, povećanog protoka kroz mišiće i utilizacije glukoze iz krvi. Također se aktivira lipoliza te se pojačano otpuštaju slobodne masne kiseline i glicerol. Koliko će se trošiti glukozu, a koliko masne kiseline ovisi o naravi tjelovježbe, njenom intenzitetu i trajanju. Što je tjelovježba dulja, to su ugljikohidrati značajniji kao energenti. Dolazi do pada razine inzulina i rasta glukagona. Osobe koje imaju o inzulinu ovisan tip dijabetesa mogu smanjivati glikemiju te ev. ući u stanje hipoglikemije. Postoji i tzv. hipoglikemija koja se javlja nakon tjelovježbe, nekoliko sati do jednog dana nakon vježbanja, a smatra se da nastaje kao posljedica smanjene inzulinske rezistencije. U slučajevima kada se tijekom tjelovježbe ili druge fizičke aktivnosti ekscesivno luče kateholamini može doći i do paradokсне hiperglikemije pa sve do dijabetičke ketoacidoze (23). Tipičan porast glikemije je oko 15 min nakon vježbanja; nastaje kada zbog supresije inzulina i lučenja kontraregulatornih hormona dolazi do pojačane glukoneogeneze. Pojava ketoze do ketoacidoze nastaje kada se vježba izvodi uz deficit inzulina te dolazi do naglog porasta glikemije. Tjelovježba metabolički ide u prilog lipolizi pri čemu se stvaraju ketonska tijela. Kao rizik tjelovježbe u tipu 1 (kao i u tipu 2) uz poremećaj regulacije glikemije navode se ozljede, pojačana proteinurija, mogućnost ablacije retine i vitrealnog krvarenja, a u bolesnika sa ishemičkom bolesti srca povećan je rizik od akutnog koronarnog incidenta. Iz navedenih se razloga preporučuje bolesnicima s tipom 1 šećerne bolesti koji imaju više od 35 godina, ili šećernu bolest dulje od 15 godina uz poznate komplikacije prije vježbanja učiniti test opterećenja (24). Unatoč svemu navedenom, inzulinska terapija nije prepreka tjelovježbi što dokazuju poznati sportaši koji se liječe inzulinom (25). Kada i kako vježbati određuje osobna preferencija, realne mogućnosti i tip inzulinske terapije (više dnevnih injekcija ili inzulinska crpka). Vježba bi trebala biti planirana, ako je moguće 1 do 3 sata nakon obroka. Obvezno je mjerenje razine glukoze u krvi prije tjelovježbe; ono se izbjegava ako je GUP manja od okvirno 4,4 mmol/L ili veća od oko 13,6 mmol/L uz prisutnu ketonuriju, tj. ako je GUP veći od 16,6 mmol/L bez ketonurije. Kod nižih vrijednosti glikemije trebala bi se smanjiti doza inzulina prije početka tjelovježbe i osigurati obrok u slučaju pojave

hipoglikemije (26). Uputno je češće mjeriti glikemiju tijekom dugotrajnije tjelovježbe te aplicirati inzulin dalje od mjesta mišićnih skupina koje će se najviše koristiti. Ako se radi o dugotrajnijem fizičkom naporu može se dodati obrok (za vrijeme vježbanja i /ili nakon njega), tj. specijalizirani nutritivni pripravci prilagođeni dijabetičarima. Kod vježbi koje se ponavljaju s velikim intenzitetom, a kratkog su trajanja dodaje se malo inzulina. Osobe koje se liječe frakcioniranim dozama mogu lako reducirati dozu prije vježbe i do pola predviđene doze, a nakon vježbe iduću dozu prilagoditi postojećoj glikemiji. Osnova tjelovježbe u tipu 1 je planirana tjelovježba: znači da bi trebala postojati ideja kako se dugo vježba i kojim intenzitetom, koliko nakon i prije uzimanja inzulina, mora postojati dodatna hrana i mogućnost mjerenja glikemije. Kada se planira dugotrajna tjelovježba (duža od oko 4 sata) potrebno je reducirati dozu kratkodjelujućeg prandijalnog inzulina za 30-50 %, smanjiti dozu kratkodjelujućeg inzulina pred iduću obrok te imajući na umu dugotrajni učinak tjelovježbe reducirati i iduću dozu dugodjelujućeg inzulina (27). Kod planiranja vježbe nakon jela može se reducirati doza kratkodjelujućeg inzulina ovisno o aktualnoj glikemiji i planiranom intenzitetu vježbi te planirati tjelovježbu u doba oko 2 sata nakon obroka. Jutarnja tjelovježba donosi i manji rizik od hipoglikemije (veća je inzulinska rezistencija).

Inzulinska pumpa je medicinsko pomagalo koje omogućuje kontinuirano supkutano snabdijevanje organizma inzulinom u promjenjivim, prilagodljivim i preciznim dozama tijekom 24 sata. Namijenjena je liječenju dijabetičara tipa 1. Kontinuirana isporuka pokriva bazalnu sekreciju inzulina kao zamjenu za fiziološko bazalno lučenje inzulina (bazalni ritam) što je kod osoba oboljelih od šećerne bolesti koji se liječe s više injekcija inzulina/dan, zamjena za inzulin srednjedugog, tj. dugog djelovanja. Osobe koje su liječene inzulinskom pumpom mogu prilagođavati vrijednost bazalnog inzulina tjelovježbi (u potpunosti isključiti inzulinsku pumpu, smanjiti na određeno aktivniji, nakon vježbanja zbog kasnog učinka tjelesne aktivnosti umjereno reducirati bazalnu vrijednosti na npr. 70 % itd.) (28). Inzulinska pumpa također omogućuje bolesniku da prema vlastitoj prosudbi dodaje inzulin uz obrok (bolus doza), a navedeno zamjenjuje fiziološki porast inzulina nakon jela i situaciju kada bolesnik koji se liječi s više injekcija inzulina prije obroka aplicira inzulin kratkog ili ultrakratkog djelovanja. Dozu inzulina uvjetuje količina ugljikohidrata u obroku koji slijedi, uz dodatak eventualne korekcije hiperglikemije. Koliko je do sada poznato, inzulinska pumpa je najvjerniji način imitacije prirodne inzulinske sekrecije te je, izuzev transplantacije gušterače, najveći terapijski doseg u liječenju šećerne bolesti. Mnogi mladi ljudi koji boluju od tipa 1 dijabetesa i aktivno se bave fizičkom aktivnošću nose inzulinsku pumpu.

L I T E R A T U R A

1. Bennet PH, Knowler WC. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and Glucose homeostasis U: Kahn CR, Weir GC, King GL, Jacobson AM, Moses AC, Smith RJ. Joslin's Diabetes mellitus 14 th edition. Boston: Joslin's diabetes center: 2016
2. Global report on diabetes. World Health Organization, Geneva, 2016 Dostupno na URL adresi: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/> Datum pristupa informaciji 15 studenog 2016
3. Laakso M, Pyorala K. Age at onset and type of diabetes. *Diabetes Care* 1985; 8: 114-7.
4. Halter JB, Graf RJ, Porte D Jr. Potentiation of insulin secretory responses by plasma glucose levels in man: evidence that hyperglycemia in diabetes compensates for impaired glucose potentiation. *J Clin Endocrinol Metab* 1979; 48: 946-54.
5. Yoneda H, Ikagami H, Yamamoto Y i sur. Analysis of early phase insulin responses in non-obese subjects with mild glucose intolerance. *Diabetes Care* 1992; 15: 1517-21.
6. Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993; 30: 977-86.
7. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). *Lancet* 1998; 12: 854-65.
8. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2006; 29:1433-8.
9. Wing RR, Goldstein MG, Acton KJ i sur. Behavioral science research in diabetes: lifestyle changes related to obesity, eating behavior, and physical activity. *Diabetes Care* 2001; 24: 117-23.
10. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006; 29: 2518-27.
11. Gregg EW, Gerzoff RB, Caspersen CJ, Williamson DF, Narayan KM. Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. *Arch Intern Med* 2003; 163: 1440-7.
12. Hu G, Jousilahti P, Barengo NC i sur. Physical activity, cardiovascular risk factors, and mortality among Finnish adults with diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 799-805.
13. Tataranni PA, Bogardus C. Changing habits to delay diabetes. *N Engl J Med* 2001; 344: 1390-2.
14. Schneider SH, Amorosa LF, Khachadurian AK, Ruderman NB. Studies on the mechanism of improved glucose control during regular exercise in type 2(non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetologia* 1984; 26: 355-60.
15. Dos Santos JM, Moreli ML, Tewari S, Benite-Ribeiro SA. The effect of exercise on skeletal muscle glucose uptake in type 2 diabetes: An epigenetic perspective. *Metabolism* 2015; 64: 1619-28.
16. Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, Blair SN. Cardio-respiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. *Arch Intern Med* 2005; 165: 2114-20.
17. Cusi K, Maezono K, Osman A i sur. Insulin resistance differentially affects the PI3-kinase- and MAP kinase-mediated signaling in human muscle. *J Clin Invest* 2000; 105: 311-20.
18. Baretić M, Troskot R. How to fight obesity with antidiabetic drugs: targeting gut or kidney? *Minerva Endocrinol* 2015; 40: 71-83.
19. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription, 5th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1995.
20. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L i sur. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25: 2335-41.
21. Dunstan DW, Daly RM, Owen N i sur. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25: 1729-36.
22. Kovač D, Babić-Naglić K, Pavlič-Renar I i sur. Tjelesna aktivnost bolesnika sa šećernom bolesti tip 1. *Reumatizam* 2013; 60: 125.
23. Racing with diabetes Dostupno na URL adresi: http://www.teamnovonordisk.com/_Datum_pristupa_informaciji_15_studenog_2016
24. Type 1 diabetes. Dostupno na URL adresi: http://www.typ1diabetes.com/gary_hall_olympic_swimmer_diabetes.htm Datum pristupa informaciji 15 studenog 2016
25. Berger M, Berchtold P, Cüppers HJ i sur. Metabolic and hormonal effects of muscular exercise in juvenile type diabetics. *Diabetologia* 1977; 13: 355-65.
26. LaPorte RE, Dorman JS, Tajima N i sur. Pittsburgh Insulin-Dependent Diabetes Mellitus Morbidity and Mortality Study: physical activity and diabetic complications. *Pediatrics* 1986; 78: 1027-33.
27. Coleman SK, Rebalka IA, D'Souza DM, Hawke TJ. Skeletal muscle as a therapeutic target for delaying type 1 diabetic complications. *World J Diabetes* 2011; 6: 1323-36.
28. Diabetes mellitus and exercise. American Diabetes Association. *Diabetes Care* 1997; 20: 1908-12.
29. Toni S, Reali MF, Barni F, Lenzi L, Festini F. Managing insulin therapy during exercise in type 1 diabetes mellitus. *Acta Biomed* 2006;77: 34-40.
30. Baretić M, Kraljević I, Renar IP. Nocturnal Hypoglycemia-The Main Indication For Insulin Pump Therapy In Adulthood. *Acta Clin Croat* 2016; 55: 93-9.

SUMMARY

PHYSICAL ACTIVITY AND DIABETES MELLITUS

M. BARETIĆ

*Zagreb University Hospital Centre, Clinical Department of Internal Medicine, Department of Endocrinology,
Zagreb, Croatia*

The increasing incidence of diabetes is associated with constant lifestyle changes including non-traditional dietary patterns and lack of physical activity, i.e. sedentary lifestyle. Basic treatment of diabetes involves healthy eating (modification of type and frequency of meals), regular exercise and, in some cases, diabetes medication or insulin therapy. Physical activity is always part of the basic treatment of diabetes. It is also important as a specific aspect of health promotion and disease prevention. There are many proven benefits of exercise in diabetes, e.g., reduction of insulin resistance, improvement of glycemic control and lipid profile. Exercise also reduces body weight and increases cardiorespiratory capacity. The benefits of physical activity improve most of the metabolic abnormalities in type 2 diabetes. Exercise can even reduce the demand for drugs and slow development of some diabetic complications. One of the easiest and most appropriate types of physical activity is walking. It is recommended that individuals perform moderate physical activity for 30 minutes daily, i.e. moderate-to-vigorous intensity aerobic exercise at least 5 days a week, or a total of 150 minutes per week. Even small increases in physical activity show benefit. Prior to starting an exercise program, diabetic patients should be screened for the presence of macro- and microvascular complications. Some chronic complications may worsen with exercise and these patients have some limitations regarding duration and type of physical activity. There is specific activity limitation in diabetic retinopathy, ischemic heart disease and for diabetic patients with loss of protective sensation. Patients should be instructed to wear proper footwear and examine their feet daily for lesions. During and after intense exercise, plasma glucose falls due to the increased glucose utilization and increased insulin sensitivity. Hypoglycemia can occur during, immediately after, or hours after exercise. With proper instructions, hypoglycemia can be avoided. Patients treated with insulin or insulin secretagogues have a risk of hypoglycemia. Such patients should be instructed to modify the amount of calories according to the type of activity and body weight. It is necessary to give instructions about customization of therapy before and/or after exercise. For people with type 1 diabetes willing to exercise (especially those planning professional sports or extreme exercise), it is important to balance insulin doses with food and activity. Blood glucose must be self-monitored and response to physical activity evaluated; if blood glucose is initially too low or too high, exercise must be delayed. For such patients, insulin pump therapy is a good solution; a number of professional athletes are treated with insulin pumps. The majority of people with diabetes can exercise safely as long as certain precautions are taken. Patients with diabetes should be able to enjoy sports and many benefits of physical activities. Finally, diabetes is not an obstacle to participation in sports, although it requires commitment and knowledge of both the medical team and the patient. When choosing the type of physical activity, personal preference must be also taken in consideration.

Key words: diabetes, physical activity, sports