Kontrola glikemije kod fizički aktivnih osoba oboljelih od dijabetesa tipa 1

Josić, Michael

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:265:096100

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Kineziološki fakultet Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Michael Josić

KONTROLA GLIKEMIJE KOD FIZIČKI AKTIVNIH OSOBA OBOLJELIH OD DIJABETESA TIPA 1

Završni rad

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Kineziološki fakultet Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Michael Josić

KONTROLA GLIKEMIJE KOD FIZIČKI AKTIVNIH OSOBA OBOLJELIH OD DIJABETESA TIPA 1

Završni rad

Kolegij: Prehrana sportaša

JMBAG: 0034072958
e – mail: mjosic@kifos.hr
Mentor: prof. dr. sc. Daniela Čačić Kenjerić
Sumentor: Lidija Šoher, mag. nutr.

Osijek, 2021.

University Josip Juraj Strossmayer of Osijek
Faculty of Kinesiology Osijek
Undergraduate university study od Kinesiology

Michael Josić

GLYCEMIC CONTROL IN PHYSICALLY ACTIVE PERSONS WITH TYPE 1 DIABETES

Osijek, 2021.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,

SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA

I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ (navesti vrstu rada: završni / diplomski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.

2. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju „Narodne novine“ broj 123/03., 198/03., 105/04., 174/04., 2/07.-Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14.-Odluka USRH, 60/15.-Odluka USRH i 131/17.).

3. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: Michael Josić

JMBAG: 0034072958

e-mail za kontakt: mjosic@kifos.hr

Naziv studija: Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Naslov rada: Kontrola glikemije kod fizički aktivnih osoba oboljelih od dijabetesa tipa 1

Mentor/mentorica završnog / diplomskog rada: prof. dr. sc. Daniela Čačić Kenjerić

U Osijeku, _____ godine

Potpis _____

Kontrola glikemije kod fizički aktivnih osoba oboljelih od dijabetesa tipa 1

SAŽETAK:

Diabetes mellitus jest kronična endokrinološka bolest koju karakterizira smanjena produkcija ili izostanak produkcije inzulina. Broj oboljelih u porastu je diljem svijeta, a u razvijenim zemljama gotovo je dosegnuo epidemijske razmjere. Najčešći je oblik bolesti dijabetes tip 2, koji se uspješno regulira redovitom tjelovježbom, pravilnom prehranom te peroralnim antidijabeticima ili inzulinom. Dijabetes tip 1 autoimuna je bolest koja se uz terapiju inzulinom, tjelesnu aktivnost i prehranu može držati pod kontrolom. Tjelesna aktivnost nužna je za održavanje odgovarajuće razine glukoze u krvi i održavanje cjelokupnog zdravlja osoba s dijabetesom. Uz dobrobiti koje donosi, tjelesna aktivnost može predstavljati i izazov u kontroli glikemije. Najčešći izazov tjelesne aktivnosti kod osoba oboljelih od dijabetesa tipa 1 predstavljaju hipoglikemije izazvane tjelesnom aktivnošću. Planiranje tjelesne aktivnosti i obroka, ponajviše unosa ugljikohidrata, prije i nakon aktivnosti pokazale se dobre strategije u kontroli glikemije i izbjegavanju neželjenih hipoglikemija.

Ključne riječi: Diabetes mellitus tipa 1, hipoglikemija, tjelesna aktivnost, prehrana sportaša

Glycaemic control in physically active persons with type 1 diabetes

Abstract:

Diabetes mellitus is a chronic endocrine disease characterized by decreased production or lack of insulin production. The number of cases is increasing worldwide, and in developed countries, it has almost reached epidemic proportions. The most common form of the disease is type 2 diabetes, which is successfully regulated by regular exercise, proper diet, and oral antidiabetics or insulin. Type 1 diabetes is an autoimmune disease that can be controlled with insulin therapy, physical activity and diet. Physical activity is necessary to maintain adequate blood glucose levels and maintain the overall health of people with diabetes. In addition to the benefits physical activity can have, it can also present a challenge in glycaemic control. The most common challenge of physical activity in people with type 1 diabetes is hypoglycaemia caused by physical activity. Planned physical activity and meals, mostly carbohydrate intake, before and after activities have proven to be good strategies in controlling glycaemia and avoiding unwanted hypoglycaemia.

Keywords: Diabetes mellitus type 1, hypoglycaemia, physical activity, sport nutrition

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. DIABETES MELLITUS (DM) 2
2.1. Epidemiologija DM 2
2.2. Razvoj, dijagnoza i liječenje DM tipa 1 3
2.3. Nadzor glukoze u krvi i komplikacije kod DM tipa 1 8
3. TJELESNA AKTIVNOST I DM TIP 1 9
3.1. Metabolizam kod tjelesne aktivnosti zdravih osoba i osoba oboljelih od DM tipa 1 10
3.2. Hipoglikemija izazvana tjelesnom aktivnosti 12
3.3. Hiperglikemija izazvana tjelesnom aktivnosti 13
4. VRSTA TJELESNE AKTIVNOSTI I DM TIP 1 14
4.1. Aerobna aktivnost kod DM tipa 1 14
4.2. Vježbe otporom kod DM tipa 1 15
4.3. Kako maksimizirati koristi od vježbanja kod DM tipa 1 16
5. PEHRANA KOD TJELESNO AKTIVNIH OSOBA S DM TIP 1 18
5.1. Prehrana prije tjelesne aktivnosti 20
5.2. Prehrana tijekom aktivnosti 21
5.3. Prehrana nakon tjelesne aktivnosti 22
6. ZAKLJUČAK 23
7. LITERATURA 24

1. UVOD

Diabetes mellitus tipa 1 je autoimuna bolest koja uzrokuje trajno uništavanje β – stanica gušterače što rezultira poremećajem lučenja inzulina. Stoga se javljaju metabolički poremećaji povezani s nedostatkom inzulina. Najčešće su to pojave stanja poput hipoglikemije i hiperglikemije. Kronična hiperglikemija povezana je s dugotrajnim oštećenjima, s funkcijom i zatajenjem različitih organa, posebno očiju, bubrega, živaca, srca i krvnih žila (Silverstein i sur., 2005).

Tjelesnu aktivnost, sport i vježbanje treba poticati kod osoba s dijabetesom tipa 1 isto kao i kod osoba s dijabetesom tipa 2. Redovito vježbanje može smanjiti čimbenike rizika za kardiovaskularne bolesti (KVB), smanjuje incidenciju smrtnosti te može poboljšati život oboljelih od ovog tipa bolesti. Kod aktivnosti jako je bitna samokontrola glukoze u krvi. Mnogi bolesnici s DM tipa 1 imaju zakašnjelu hipoglikemiju uzrokovanu vježbanjem, otprilike 7 do 11 sati nakon vježbanja. što može biti opasno jer pacijenti mogu nesvjesno doživjeti hipoglikemiju tijekom spavanja (Codella i sur., 2017). Zbog toga je dobra kontrola glikemije važan čimbenik u planiranju i obavljanju sportske aktivnosti kod osoba oboljelih od dijabetesa. U kontroli glikemije prehrana igra važnu ulogu.

Prehrana sportaša s dijabetesom ne razlikuje se bitno od prehrane zdravih ljudi. Sportaši s dijabetesom zahtijevaju odgovarajuće količine makronutrijenata kako bi podržali svoj trening i održali performanse tijekom natjecanja. Dva su važna čimbenika u vezi s količinom ugljikohidrata potrebnih prije vježbanja: upravljanje glikemijom i punjenje za potrebe izvođenja aktivnosti. U osnovi, količina preporučenih ugljikohidrata prije, tijekom i nakon treninga ovisit će o koncentraciji glukoze u krvi, vrsti i intenzitetu treninga koji se izvodi i razini cirkulirajućeg inzulina (Riddell i sur., 2017).

Cilj ovog rada dati je pregled i opis specifičnosti bolesti, razlika između dijabetesa tipa 1 i tipa 2 te razlika u metabolizmu kod fizički aktivnih osoba i osoba oboljelih od dijabetesa tipa 1. Isto tako dati pregled strategija i smjernica kako bi se savladali izazovi regulacije glikemije kod tjelesno aktivnih osoba.

2. DIABETES MELLITUS (DM)

Diabetes mellitus (DM) također poznat kao dijabetes, skupina je metaboličkih bolesti kod kojih je povišena razina šećera u krvi tijekom duljeg razdoblja. Zbog povišene razine šećera u krvi dolazi do učestalog mokrenja, povećane žeđi i gladi, koji su i glavni simptomi dijabetesa. Neliječen dijabetes može uzrokovati mnoge komplikacije. Akutne komplikacije uključuju dijabetičku ketoacidozu i hiperosmolarnu komu. Dugoročne komplikacije uključuju srčane bolesti, moždani udar, zatajanje bubrega, čireve na nogama i oštećenja očiju.

Dijabetes je posljedica kada gušterača ne proizvodi dovoljno inzulina ili stanice od tijela ne reagiraju pravilno na proizvedeni inzulin. Tri su glavne vrste diabetes mellitusa:

- Tip 1 DM – rezultat je neuspjeha tijela u stvaranju dovoljno inzulina. Ovaj se oblik prije nazivao „dijabetes mellitus ovisan o inzulinu“ (IDDM) ili „maloljetni dijabetes“. Uzrok je nepoznat.
- Tip 2 DM – počinje s inzulinskom rezistencijom. Stanje u kojem stanice ne reagiraju pravilno na inzulin. Kako bolest napreduje može se razviti i nedostatak inzulina. Ovaj se oblik ranije nazivao „dijabetes mellitus koji nije ovisan o inzulinu“ (NIDDM) ili „dijabetes kod odraslih“. Primarni uzrok je prekomjerna tjelesna težina i nedovoljna tjelesna aktivnost.
- Gestacijski dijabetes – treći je oblik i javlja se u trudnoći. Trudnice bez prethodne povijesti razviju visoku razinu glukoze u krvi (Shouip, 2015).

2.1.Epidemiologija DM

Brojni su znanstveni dokazi koji pokazuju kako se prevalencija diabetesa mellitusa u svijetu povećava brzinom koja se čini dramatičnom i okarakteriziranom kao epidemija (Kayode i sur., 2009). Prema podacima iz 2019. godine približno 463 milijuna odraslih (20 – 79 godina) u svijetu živjelo je s nekim oblikom ove bolesti (Web1). Među nekoliko čimbenika za koje se pretpostavljalo da doprinose epidemiji DM – a, okolišni čimbenici privukli su posebnu pozornost zbog brzine porasta tipa 2 ili takozvanog diabetesa mellitusa „neovisnog o inzulinu“. Nobuko i sur. (2009) procijenili su povezanost između konzumacije alkohola i rizika od DM tipa 2, istaknuto je da je DM tipa 2 usko povezan s faktorima životnog stila, uključujući prehranu, tjelesnu

aktivnost, alkohol, pušenje, pretilost i obiteljska anamneza dijabetesa. Prema istraživačima, u Japanu prevalencija DM i kod muškaraca starijih od 50 godina i kod žena starijih od 60 godina znatno premašuje 10%, a većina ima tip 2 DM koji je povezan s prekomjernim unosom energije, nedostatkom tjelesne aktivnosti i pretilošću. Uz to, Mayes i Botham (2003) navode da je pretilost, posebno trbušna pretilost faktor rizika za povećanu smrtnost, hipertenziju, razvoj DM tipa 2, hiperlipidemiju i razne endokrine disfunkcije (Mayes i Botham, 2003).

S druge strane, DM tipa 1 ili dijabetes „ovisan o inzulinu" rjeđi je od DM tipa 2. Samo 10% svih dijabetičara ima tip 1. Prevalencija DM tipa 1 među pacijentima mlađim od 20 godina u Sjedinjenim Američkim Državama procjenjuje se na 1,54 slučajeva na 1.000 mladih (Liese i sur., 2006). Djevojčice i dječaci gotovo su podjednako pogođeni, što je činjenica koja razlikuje DM tipa 1 od većine autoimunih bolesti, koje češće pogađaju žene. Incidencija DM tipa 1 u američkoj pedijatrijskoj populaciji procjenjuje se na 19,0 slučajeva na 100.000 osoba na godinu (Dabelea i sur., 2007). Čini se da najviša dob nastanka DM tipa 1 u Sjedinjenim Američkim Državama javlja u ranom pubertetu do srednjeg puberteta. U većini istraživanja primijećena je sezonska varijacija nastanka, pri čemu se najveća incidencija javlja tijekom zimskih mjeseci s višim stopama virusnih infekcija, koje uzrokuju metabolički stres koji premašuje sposobnost rezidualnih β – stanica za proizvodnju inzulina. Zanimljivo je da se stopa incidencije DM tipa 1 povećava u Sjedinjenim Američkim Državama svake godine, sa središnjim godišnjim porastom incidencije od 2,3% u skladu s globalnim trendom rasta 2,8% godišnje (Sperling, 2008). U našoj zemlji ukupan broj osoba sa šećernom bolešću, prema CroDiab registru u 2014. godini, iznosio je 254 296 dok se procjenjuje da od sveukupno oboljelih (tip 1 i tip 2) 42% ne zna za bolest. U 2014. godini šećerna bolest je bila na 7. mjestu ljestvice vodećih uzoraka smrti u Republici Hrvatskoj s 2,62% udjela u ukupnoj smrtnosti. Također se bilježi značajan porast udjela tipa 1 u 2014. godini na 9,47% dok se smanjio udio tipa 2 na 90,04% i drugog tipa bolesti na 0,49% (Pavlić, 2017).

2.2. Razvoj, dijagnoza i liječenje DM tipa 1

Dijabetes tipa 1 javlja se kada gušterača uopće ne proizvodi inzulin ili dovoljno inzulina. Pojavljuje se u djetinjstvu ili ranoj odrasloj dobi (prije 40. godine) i mora se regulirati redovitim ubrizgavanjem inzulina. Iako je točan uzrok DM tipa 1 trenutno nepoznat, mišljenje je da je većina imunološki posredovane prirode (Rother, 2007). Kod DM tipa 1, imunološki sustav napada stanice gušterače. To ih uništava ili oštećuje dovoljno da zaustave proizvodnju inzulina. Brojni stručnjaci

pripisuju ovu pojavu virusnoj infekciji. Smatra se da genetika također igra ulogu u uzroku DM tipa 1. Ljudi koji imaju bliskog rođaka (roditelja ili braću i sestre) s DM 1 također imaju 6% šanse da razviju DM tipa 1. U nekim slučajevima DM tipa 1 može biti uzrokovan stanjem gušterače koje je poznato kao „kronični pankreatitis“. Kronični pankreatitis uzrokuje upalu gušterače i može uzrokovati ozbiljna oštećenja stanica koje proizvode inzulin (Narendran i sur., 2005). Izjava „Ne jedite previše šećera postat ćete dijabetičar“ nije istina. Osoba s dijabetesom tipa 1 razvila je bolest jer je njihov imunološki sustav uništio β – stanice, a time i proizvodnju inzulina (Suresh Lal, 2016).

Simptomi DM tipa 1:

- Gubitak kilograma – nedostatak inzulina sprječava tijelo od unosa glukoze iz krvi u stanice da bi se koristila kao energije. Tijelo počinje sagorijevati masnoće i mišiće za energiju, uzrokujući smanjenje težine
- Umor
- Česte glavobolje zbog visokog šećera
- Bol u prsima i probavne smetnje –neugoda u trbuhu, problemi poput mučnine, povraćanja, nadutosti, žgaravice
- Pretjerana žeđ i često mokrenje –višak šećera odbacuje se kroz urin, pojačano mokrenje uzrokuje dehidraciju. Značajan gubitak kalija i drugih soli pretjeranim mokrenjem.
- Brzo umaranje pri vježbanju, uključujući hodanje (Dansinger, 2018).
- Dijabetička ketoacidoza (DKA) – kod DKA tijelo koristi masnoće za gorivo. Masnoća se pretvara u masne kiseline, a glicerol i masne kiseline proizvode ketonska tijela. Stoga, ketoni postaju alternativno gorivo za tijelo kad su stanice dulje vrijeme bez glukoze. Višak ketona dovodi do ketoacidoze. Ako se ne liječi, može dovesti do kome i smrti (Stoppler, 2019).

Dijagnostički kriteriji za sve oblike DM navedeni su u **Tablici 1**. Jednom kada se dijagnosticira dijabetes, važno je odrediti koju vrstu dijabetesa pacijent ima, kako bi se oblikovala odgovarajuća terapija liječenja. Tijekom početne procjene, također je neophodno utvrditi jesu li prisutni potencijalno povezani akutni kormibiditeti, poput DKA i cerebralnog edema. Početna laboratorijska istraživanja trebala bi uključivati razinu glukoze u krvi kako bi se utvrdio stupanj hiperglikemije, a niski prag glukoze trebao bi se održati kod pacijenta kako bi se dobili serumski

elektroliti i krvni plinovi za otkrivanje mogućih abnormalnosti elektrolita koje treba ispraviti kao i prisustvo DKA (Wolfsdorf i sur., 2006).

Sve češća dijagnostička dilema je razlikovanje DM tipa 1 i DM tipa 2 kako se učestalost pretilosti u dječjoj populaciji povećava. Razlikovanje između njih kod pretilog pacijenta s novonastalim dijabetesom kompliciran je zbog karakteristika koje se često preklapaju. Nekoliko je karakteristika korisno u postavljanju dijagnoze DM tipa 1 u odnosu na DM tipa 2 u ovoj situaciji:

- DM tipa 2 se u većini slučajeva javlja nakon puberteta.
- DM tipa 2 je često povezan s pretilošću, crnom akantozom (Acanthosis nigricans) i značajkama metaboličkog sindroma kao što su hipertenzija i dislipidemija, ove su značajke rjeđe kod DM tipa 1.
- Pacijent s novonastalim DM tipa 2 ima otprilike pet puta više vjerojatnosti da mu je netko od bliže obitelji oboljeli s DM tipa 2 nego netko s DM tipa 1.
- Prevalencija DM tipa 2 znatno je veća među indijskim, latinoameričkim i afroameričkim narodima, u usporedbi s mladom bijelom populacijom (Wolfsdorf i sur., 2006).

Tablica 1. Kriterij za dijagnozu dijabetesa (American Diabetes Association, 2011)

HbA1c* ‡ 6,5% (test se izvodi u laboratoriju primjenom metode koju je Nacionalni program za standardizaciju glikohemoglobina certificiran i standardiziran prema testu dijabetesnih komplikacija i kontrolnog ispitivanja)
ILI
Razina glukoze u plazmi natašte ‡ 126 mg/dL (gdje je post definiran kao ne unošenje kalorija najmanje 8 sati)
ILI
Dvosatno očitanje oralnog testa tolerancije glukoze ‡ 200 mg/dL (kako je opisala Svjetska zdravstvena organizacija, koristeći opterećenje glukozom koje sadrži ekvivalent 75 g glukoze otopljene u vodi ili 1,75 g/kg tjelesne težine ako je težina <18 kg)
ILI
Slučajna razina glukoze u plazmi ‡ 200 mg/ dL u bolesnika s klasičnim simptomima hiperglikemije

*HbA1c – glikirani hemoglobin

Jednom kada se dijagnoza DM tipa 1 uspostavi, početna se skrb usredotočuje na obnavljanje euglikemije i podučava se pacijenta i obitelj osnovnim vještinama potrebnim za brigu o dijabetesu kod kuće. Pristup početnoj fazi treba prilagoditi razvojnoj fazi pacijenta. Prilikom prvog posjeta

timu za dijabetes obitelj bi trebala naučiti kako provjeriti i bilježiti koncentraciju glukoze u krvi pomoću kućnog mjerača glukoze u krvi, kako sastaviti i isporučiti inzulin pomoću šprice te kako otkriti i liječiti hipoglikemiju. Jednom kada je početno učenje završeno, briga se preusmjerava na trajno učenje. Pacijent i obitelj, uz podršku tima za dijabetes, postupno preuzimaju sve veću odgovornost nad skrbi o dijabetesu. U konačnici, optimalnim upravljanjem dijabetesom nastoji se postići ravnoteža između obnavljanja glukoze u krvi i euglikemijskog raspona kako bi se minimalizirale mikrovaskularne i makrovaskularne komplikacije povezane s kroničnom hiperglikemijom, istodobno smanjujući djetetovu ranjivost na hipoglikemiju (Gregory i sur., 2013).

Terapija inzulinom propisana je da oponaša djelovanje β – stanica postizanjem tri osnovna cilja:

1. Olakšati metabolizam i skladištenje konzumirane hrane. Tijekom hranjenja inzulin je potreban da bi se olakšao transport glukoze iz krvi u stanice tkiva ovisnih o inzulinu, poput mišića, masti i jetre. U fiziološkom stanju inzulin se izlučuje gotovo odmah nakon jela. Suprotno tome, inzulinska terapija kod DM tipa 1 koristi supkutanu dostavu brzog ili kratkotrajnog inzulina s obrocima i međuobrocima. Obično je dana doza inzulina proporcionalna količini unesenih ugljikohidrata. Na primjer, pacijent može uzimati 1 jedinicu inzulina na svakih 10 grama konzumiranih ugljikohidrata. Ovaj omjer inzulina i ugljikohidrata (I:C) često se mijenja tijekom početnih tjedana liječenja, a zatim postaje rutinski tijekom trajnog liječenja. Pravilo „500“ nekada se koristi za izračunavanje ove početne doze omjer I:C dijeljenjem 500 s procijenjenom ukupnom dnevnom dozom (TDD) inzulina (procjena TDD raspravlja se u nastavku) (Gregory i sur., 2013).
2. Normalizirati hiperglikemiju. Jedna od ključnih stavki kontrole glikemije je smanjiti veličinu i trajanje hiperglikemijski skokova tijekom dana. Da bi se postigao ovaj cilj dodaje se „korekcijska doza“. Doza inzulina brzog ili kratkotrajnog djelovanja dodaje se količini inzulina koja se daje za pokrivanje ugljikohidrata u obrocima. Korekcijska doza proporcionalna je stupnju hiperglikemije. Za izračunavanje korekcijske doze mnogi će doktori koristiti „pravilo od 1.800“. Dijeljenjem 1.800 s procijenjenim TDD. Broj procjenjuje koliko bi 1 jedinica inzulina trebala smanjiti koncentraciju glukoze u krvi. Na primjer, kod pacijenta s procijenjenom ukupnom dnevnom dozom od 18 jedinica inzulina očekuje se pad glukoze u krvi od 100 mg/dL za svaku isporučenu jedinicu inzulina. Stoga,

ako je ciljana razina glukoze u krvi 100 mg/dL, pacijent bi trebao dobiti dodatnu 1 jedinicu za glukozu u krvi od 200 do 299 mg/dL, 2 jedinice za 300 do 399 mg/dL, 3 jedinice za 400 do 499 mg/dL, i tako dalje kao korekcijska doza. Kao i kod doze omjera I:C, korekcijska doza se često mijenja prema kretanju glukoze u krvi pacijenta.

3. Održavanje euglikemije tijekom ne konzumacije hrane. Budući da hormoni regulacije zadržavaju sposobnost stimuliranja proizvodnje glukoze u jetri, „bazalni“ inzulin je potreban za održavanje euglikemijske ravnoteže između obroka. Iz tog razloga daju se jedna ili dvije dnevne doze dugotrajnog inzulina kako bi se održala niska razina inzulina tijekom ne konzumacije hrane. Kada se postavlja početna terapija inzulina, korisno je približiti početni TDD od inzulina. Djeca s dugogodišnjim dijabetesom obično trebaju negdje između 0,5 i 1,0 jedinica/kg inzulina dnevno. Pretpubertetska djeca obično trebaju viši TDD. U većini slučajeva polovica TDD daje se kao dugotrajni inzulin, a druga polovica daje se kao brzi ili kratkotrajni inzulin za pokrivanje obroka. Uz vodstvo tima za dijabetes, ove se doze empirijski prilagođavaju svakom pacijentu na temelju pacijentova dnevnika glukoze u krvi (Gregory i sur., 2013).

Također je važno imati na umu „medeni mjesec“ fazu koja slijedi nakon početne dijagnoze i liječenja inzulinom. Za to vrijeme dolazi do lučenja preostalog inzulina, pa se u mnogim slučajevima doze inzulina moraju smanjiti kako bi se spriječila hipoglikemija. Faza medenog mjeseca obično se događa češće i traje duže kod pacijenata blažeg početnog stanja. Obično doza inzulina doseže najniži nivo nakon otprilike 3 mjeseca terapije, a faza medenog mjeseca završava za 7 mjeseci, iako je taj interval vrlo varijabilan. Ovo razdoblje nudi sjajnu priliku za postizanje stroge kontrole (Gregory i sur., 2013).

Analozi inzulina kategorizirani su prema vremenskom roku djelovanja kao brzi, kratki, srednji ili dugotrajni, kako je prikazano u **Tablici 2**. Te farmakodinamičke karakteristike čine osnovu okvira za dnevnu terapiju inzulina kojom se nastoji postići ponašanje β – stanica. Najčešće korištena terapija kombinacija je brzo djelujućeg i dugotrajnog inzulina, u kojoj se brzo djelujući inzulin daje uz obroke i grickalice te dugotrajni inzulin kako bi se osigurala stalna količina inzulina s malo i gotovo bez vrhunca između obroka. Inzulin kratkog i srednjeg djelovanja ponekad se koristi u terapiji kako bi se smanjio broj dnevnih injekcija. Kratkotrajni inzulin miješa se u istoj štrcaljki sa srednjim analogom i daju se dvije dnevne doze – jedan s doručkom i jedna s večerom. Kratko

djelujući inzulin pokriva doručak i večeru, dok se odgođeno djelovanje inzulina koristi za pokrivanje ručka i međuobroka prije spavanja (Gregory i sur., 2013).

Tablica 2. Približne farmakodinamičke značajke analoga inzulina (Gregory i sur., 2013)

Analog inzulina	Početak rada	Najjače djelovanje (h)	Trajanje (h)
Brzo djelujući Lispro (Humalog, Eli Lilly) Aspart (NovoLog, Novo-Nordisk) Glulisine (Apidra, Sanofi-Aventis)	15 min	0,5 – 1,5	4 – 6
Kratko djelujući Regular	30 - 60 min	2 – 3	8 – 10
Srednje djelujući NPH	2 - 4 sata	4 - 10	12 – 18
Dugo djelujući Glargine (Lantus, Sanofi-Aventis) Detemir (Levemir, Novo-Nordisk)	 2 - 4 sata 2 - 4 sata	 - 3 – 9	 20 – 24 6 – 24*

-Humalog, Eli Lilly and Company World Headquaters, Lilly Corporate Center, Indianapolis, Indiana 46285.
-NovoLog, Levimir, Novo Nordisk, Corporate Headquaters, Novo Allé, 2880 Bagsvaerd, Denmark
-Apidra, Lantus, Sanofi-Aventis, 54 rue La Boetie, 75008 Paris, France.
*Trajanje djelovanja ovisi o dozi.

2.3. Nadzor glukoze u krvi i komplikacije kod DM tipa 1

Da bi se omogućile normalne koncentracije glukoze u krvi, potrebno je često praćenje glukoze u krvi kako bi se smanjili glikemijski skokovi i procijenila učinkovitost inzulinske terapije. Češće praćenje glukoze u krvi povezano je s boljom kontrolom glikemije, pa se iz tog razloga preporučuje četiri ili više testova dnevno. Pacijente i njihove obitelji treba poticati da zapisuju podatke o glukozi u krvi, ne samo da bi pomogli timu za dijabetes kako bi prilagodili terapiju, već i kako bi stekli uvid u obrasce povezane s vlastitom terapijom dijabetesa. Dnevnik glukoze u krvi i razina glikiranog hemoglobina (HbA1c) korisni su u kvantificiranju glikemijske kontrole i usmjeravanju titracije doza inzulina. Kontrola HbA1c obavlja se svaka 3 mjeseca i donosi na kontrolu kod svog doktora. Budući da se glukoza nepovratno veže za hemoglobin brzinom proporcionalnom koncentraciji glukoze u krvi i budući da je prosječni životni vijek crvenih krvnih stanica približno 3 mjeseca, mjerenje HbA1c dobro korelira s prosječnom razinom glukoze tijekom prethodnih 3 mjeseca. U nekim slučajevima razina fruktozamina je korisna jer pokazuje prosječnu razinu glukoze u krvi u kraćim vremenskim razdobljima, od 2 do 3 tjedna (Silverstein i sur., 2005).

Najčešći pokazatelji loše kontrole glukoze u krvi, česti su nastupi hipoglikemije i hiperglikemije. Niska razina šećera (glukoze) u krvi, nazvana hipoglikemija, može uzrokovati umor ili čak nesvjesticu. Hipoglikemija je česta kod osoba s dijabetesom i može nastati zbog neodgovarajuće količine inzulina, nedovoljnog unosa ugljikohidrata ili prekomjernog vježbanja. Suprotno hipoglikemiji, hiperglikemija (visoka razina šećera u krvi), događa se u vrijeme stresa ili loše kontrolirane šećerne bolesti. Ako se ne liječi, hiperglikemija oštećuje organe u cijelom tijelu (Web2) Dugoročne komplikacije kod DM tipa 1 rezultat su toksičnog učinka kronične hiperglikemije i očituju se kao mikrovaskularne bolesti (nefropatija, retinopatija, neuropatija) i makrovaskularne bolesti (bolest koronarnih arterija, bolest perifernih krvnih žila, moždani udar). Značaj dobre glikemijske kontrole za ublažavanje ovih komplikacija je potvrđen velikim brojem istraživanja. Iako klinički dokazi o ovim vaskularnim komplikacijama obično postaju vidljivi tek u odraslim godinama, temeljni patofiziološki proces započinje nedugo nakon dijagnoze bolesti. Dodatni čimbenici koji čine rizik za ove popratne bolesti, poput pušenja, hipertenzije i hiperlipidemije, postaju vidljivi tijekom adolescencije. Iz tih razloga, pedijatrijske godine predstavljaju ključnu priliku za rano otkrivanje ovih procesa i za intervencije koje će spriječiti ili minimalizirati buduće posljedice (Nathan i sur., 2003).

3. TJELESNA AKTIVNOST I DM TIP 1

Tjelesnu aktivnost, sport i vježbanje treba poticati kod osoba s DM tipa 1 isto kao i kod osoba s dijabetesom tipa 2. Sveukupno, redovito vježbanje može smanjiti čimbenike rizika za kardiovaskularne bolesti (KVB), nudi zaštitu od smrtnosti svih uzoraka, a može čak i poboljšati život mnogih ljudi (Codella i sur., 2016). Tjelesna aktivnost povećava osjetljivost na inzulin (i kratkoročnu i dugoročnu), smanjuje razinu glukoze u krvi, smanjuje tjelesnu masnoću (i poboljšava sastav tjelesne mase), te poboljšava kardiovaskularnu funkciju (Adamo i sur., 2017).

Višestruka poboljšanja zdravstvenih pokazatelja dokazuju da je redovito vježbanje neophodno u upravljanju i načinu života ljudi s DM tipa 1 (**Tablica 3**.) (Delmonte i sur., 2014).

Tablica 3. Razlika između neaktivnog i aktivnog pacijenta s DM tip 1 (Delmonte i sur., 2014)

	Neaktivan	**Aktivan**
Sastav tijela	-	?
Kontrola glukoze u krvi	= / -	= / ?
Hipoglikemije	= / -	-
Hiperglikemije	= / -	?
Doze inzulina	-	?
Osjetljivost na inzulin	-	?
Profil lipida u krvi	= / -	= / ?
Autoimunitet	-	= / ?
Upale	-	= / ?
Psihološki profil	= / -	?
Kardiorespiratorni fitnes	-	?

= stabilan; ? poboljšanje; **-** *pogoršanje*

3.1. Metabolizam kod tjelesne aktivnosti zdravih osoba i osoba oboljelih od DM tipa 1

U zdravom metabolizmu, homeostaza glukoze osigurava se tijekom vježbanja nizom neuroendokrinih odgovora koji uključuju hormon rasta, kortizol, inzulin, glukagon i epinefrin. Drugim riječima, ovi odgovori moduliraju ravnotežu između proizvodnje glukoze i iskorištavanja glukoze tijekom vježbanja, kako bi se održala euglikemija. Nažalost, ovi proturegulacijski odgovori mogu biti abnormalni ili se izgubiti kod DM tipa 1, a hipoglikemija se javlja kao čest događaj među metaboličkom komplikacijom kod DM tipa 1(**Slika 1**) (Cryer, 2010). U ranoj fazi bolesti, obično prije početka autonomne neuropatije, simpatikoadrenalni odgovori su primjereni za suzbijanje hipoglikemije. Međutim, i ova obrana može biti oslabljena u kasnijim fazama DM tipa 1, a posljedični poremećaj, kombinirano zajedno, dodatno povećava vjerojatnost

hipoglikemije (dakle „hipoglikemija rađa hipoglikemiju“). Dokazano je da česta hipoglikemija smanjuje glikemijski prag za aktiviranje proturegulatornog odgovora potrebnog za obnavljanje euglikemije tijekom sljedeće hipoglikemijske epizode. Kao rezultat toga, neke osobe razviju autonomni neuspjeh povezan s hipoglikemijom (HAAF) i ne doživljavaju i ne reagiraju na potencijalne spasonosne simptome upozorenja, stoga im je povećan rizik od napadaja, kome i smrti. Ipak, neka istraživanja otkrila su da kod DM tipa 1 vježbanje i hipoglikemija mogu imati obostrani učinak otupljivanja proturegulatorne reakcije (Galassetti i sur., 2003).



zdravi	T1D
Euglikemija se održava povećanjem lučenja glukagona i smanjenjem lučenja inzulina.	Glikemijski odgovori ovise o načinu vježbanja, uzimanju ugljikohidrata, mjestu i količini ubrizganog inzulin. Hipoglikemija je česta.
Proizvodnja glukoze iz jetre povećava se glikogenolizom i glukoneogenezom	Endogena proizvodnja glukoze je neadekvatna
Epinefrin povećava i potiče glikogenolizu mišića i jetre. Norepinefrin povećava i potiče glikogenolizu jetre, smanjuje unos glukoze u mišić, smanjuje izlučivanje inzulina. Kortizol povećava i inducira lipolizu i glukoneogenezu.	Reakcija hormona kontraregulatora mogu biti abnormalne ili izgubljene, što uzrokuje hipoglikemiju.
Tijekom dugotrajnog aerobnog vježbanja pojačava se oksidacija lipida. Tijekom vježbi visokog intenziteta oksidacija masti se samanuje.	Vježbanje inducira lipolizu koja se oslabljena zbog visoke (egzogene) razine inzulina.
Porast glukoze u mišićima raste, što odgovara povećanoj razgradnji mišićnog glikogena. Osjetljivost na inzulin povećava se zbog povećane translokacije GLUT – 4 na staničnu površinu	Kontraktilni kapacitet može biti oslabljen i morfološke abnormalnosti mogu se otkriti u mišićima dijabetičara

Slika 1. Metabolički i endokrini odgovori na umjereno vježbanje sa stalnim opterećenjem kod zdravih i osoba oboljelih od DM tip 1 (Codella i sur., 2017)

3.2. Hipoglikemija izazvana tjelesnom aktivnosti

Kod zdravih ljudi razina inzulina pada tijekom vježbanja, što potiče lučenje glukagona i potiče glikogenolizu. Kod DM tipa 1 egzogena razina inzulina ne pada, povećavajući rizik od hipoglikemije izazvane vježbanjem (Spraque i Arbela´ez 2011). Moglo bi biti nekoliko mogućih razloga za nesposobnost tijela da smanji razinu inzulina. Prvo, tjelesna aktivnost se obično izvodi u razdoblju od 1 do 4 sata nakon injekcije inzulina. Kao rezultat toga, razina inzulina možda se neće smanjiti zbog neadekvatnog vremenskog okvira i, nadalje, zbog farmakokinetike inzulina i vremena njegovog vršnog djelovanja (Rabasa-Lhoret i sur., 2001). Drugo, injektirani inzulin može se brzo apsorbirati iz potkožnog tkiva nakon vježbanja, što rezultira povećanom razinom inzulina. Povećane razine inzulina potiču periferni unos i korištenje glukoze, pogoršavajući hipoglikemijsko stanje (Chokkalingam i sur., 2007). Treće, pacijenti s DM tipa 1 imaju oslabljeni glukagonski odgovor na hipoglikemiju, smanjujući razgradnju glikogena na glukozu, koja bi se suprotstavila hipoglikemiji u zdravih osoba (Hoffman, 2007). Hipoglikemija izazvana vježbanjem također može biti rezultat otupljenih adrenomodularnih odgovora na vježbanje. Pacijenti s lošom kontrolom glikemije mogu imati nizak sadržaj jetrenog glikogena, što opet pridonosi hipoglikemiji izazvanoj vježbanjem (Kacerovsky i sur., 2011).

Mnogi bolesnici s DM tipa 1 imaju zakašnjelu hipoglikemiju uzrokovanu vježbanjem, otprilike 7 do 11 sati nakon vježbanja. To bi moglo biti štetno, jer pacijenti mogu nesvjesno doživjeti hipoglikemiju tijekom spavanja. Tjelesna aktivnost tijekom dana povećava rizik od noćne hipoglikemije na oko 30 – 40% (Taplin i sur., 2010). Ova incidencija naglašava potrebu za preciznom procjenom i identificiranjem metaboličkih promjena koje se javljaju u tijelu. Osjetljivost na inzulin izražena je kod DM tipa 1 neposredno nakon vježbanja i opet 7 – 11 sati kasnije, povećavajući rizik za kasne glikemijske skokove. To podrazumijeva obaveznu modifikaciju inzulinske terapije nakon vježbanja, posebno inzulina prije spavanja (Taplin i sur., 2010).

3.3. Hiperglikemija izazvana tjelesnom aktivnosti

Smanjena razina inzulina u portalnoj cirkulaciji može rezultirati hiperglikemijom. U nedostatku inzulina, mišićne stanice ne koriste glukozu kao gorivo, već se oslanjaju na masne kiseline i ketone, što dovodi do ketoacidoze. Ako se glikogenoliza iz jetre nastavi, a da mišići ne uzimaju glukozu, razina glukoze u plazmi može porasti, što rezultira hiperglikemijom. Hiperglikemija može nastati nakon vježbanja visokog intenziteta koje povećavaju razinu kateholamina i kortizola, povećavajući zauzvrat proizvodnju glukoze u jetri i ograničavajući odlaganje periferne glukoze. Kod zdravih osoba taj porast katekolamina nadoknađuje se pojačanim lučenjem inzulina nakon prestanka vježbanja, dok bi kod bolesnika s DM tipa 1 takav fenomen mogao pogoršati hiperglikemiju nakon vježbanja. Međutim, ovaj hiperglikemijski učinak je prolazan kod dijabetičara i traje 1 – 2 sata u vremenu oporavka. Očito je da ako pacijent ima hiperglikemiju i prisutnost urinarnih ketona, vježbanje treba odgoditi (Robertson i sur., 2009).

4. VRSTA TJELESNE AKTIVNOSTI I DM TIP 1

Američko sveučilište sportske medicine (ACSM) definira tjelovježbu kao bilo koju aktivnost koja koristi velike skupine mišića, koja se može održavati kontinuirano i koja je ritmičke prirode. Aerobne vježbe su ona vrsta aktivnosti koja se oslanja na aerobni metabolizam za korištenje energije u obliku adenozon trifosfata (ATP) iz aminokiselina, ugljikohidrata i masnih kiselina. Primjeri aerobnih vježbi uključuju biciklizam, ples, planinarenje, trčanje, plivanje i hodanje (Lippincott, 2013).

Anaerobna tjelovježba uključuje intenzivnu kontrakciju mišića što rezultira nakupljanjem mliječne kiseline. Visoke razine laktata smanjuju unos i korištenje glukoze u plazmi i NEFA u mišićima. Također potiče proizvodnju glukoze u jetri. Ova dva kombinirana mehanizma mogu rezultirati hiperglikemijom kod DM tipa 1. Međutim, istraživanja su pokazala da anaerobni sprint visokog intenziteta od 10 sekundi može pomoći u prevenciji rane hipoglikemije nakon vježbanja. Trening s utezima prije aerobnih vježbi također je koristan za održavanje razine glukoze u krvi (Yardley i sur., 2012).

4.1.Aerobna aktivnost kod DM tipa 1

Kada se kontrola glikemije ne pogoršava kod osoba s dijabetesom, trening izdržljivosti vjerojatno će potaknuti istu prilagodbu kao kod zdravih ispitanika. Stoga aerobni trening poboljšava osjetljivost na inzulin, lipidni profil u krvi, fizičku sposobnost, povećava energiju, smanjuje krvni tlak, rizik od KVB, poboljšava psihološku dobrobit. U konačnici, redovito aerobno vježbanje povoljno će utjecati na dugoročno zdravlje i životni vijek čak i pod uvjetima poremećene kontrole glikemije. Iz tih razloga, u regulaciji DM tipa 1 cilj optimalne kontrole glukoze u krvi od najveće je važnosti. Aerobna aktivnost često dovodi do brzog pada razine šećera u krvi zbog nemogućnosti tijela da smanji brzu razgradnju inzulina na početku aktivnosti. Prilagodbu bazalnog inzulina je potrebno napraviti puno prije aerobne aktivnosti, budući da sama aktivnost ubrzava razgradnju inzulina. Za pojedince koji se bave aerobnom aktivnosti umjerenog inteziteta, trajanje aktivnosti i početna koncentracija šećera u krvi će utjecati na vrijeme i količinu prilagodbe bazalnog inzulina. Preporučuje se za održavanje euglikemije, ako npr. aerobna aktivnost traje duže od 30 minuta i koncentracija glukoze u krvi je normalnom rasponu (~5,0-8,0 mmol/L), smanjenje bazalnog inzulina za 50% do 80% 90 minuta prije početka aktivnosti (Riddell i sur., 2017). Prije početka

vježbanja, razina glukoze u krvi trebala bi biti veća od 5,6 - 6,7mmol/L kako bi se smanjila vjerojatnost hipoglikemije izazvane vježbanjem, iako bi, kao i kod svih aspekata dijabetesa, ovaj cilj trebalo empirijski prilagoditi na temelju samokontrole (Silverstein i sur., 2005).

Dobra kontrola glikemije omogućuje postizanje elitne razine sportskih performansi. Kod trkača na duge staze, velika količina aerobnih treninga ne samo da bi pripomogla kod liječenja DM tipa 1, već bi suzbijala dijabetičke simptome i ublažavala nuspojave imunosupresivnih lijekova. U istraživanju na 10 triatlonaca s DM tipa 1, performanse izdržljivosti bile su bez utjecaja tijekom 3 godine, usprkos tipičnoj disregulaciji glikemije tijekom utrke. Zabilježen je normalan kardiopulmonalni vrhunac kod odraslih bolesnika (Boehncke i sur., 2009). Kod oboljelih adolescenta se pokazalo da imaju aerobni kapacitet 20% niže od zdravih vršnjaka. Smanjen maksimalni aerobni kapacitet zabilježen je kod mladih pacijenata u odnosu na njihove vršnjake koji nisu dijabetičari. Čini se da je fizička sposobnost povezana s razinom kontrole glikemije, što zauzvrat objašnjava sportske sposobnosti (Krause i sur., 2011).

Prema „Američkom udruženju za dijabetes“ djeca i odrasli trebali bi izvoditi aktivnosti umjerenog do visokog intenziteta najmanje 60 minuta/danu minimalno 3 puta tjedno. Za odrasle se preporuča 150 minuta/tjedno aktivnosti umjerenog intenziteta, kao što je hodanje po uzbrdici ili 75 minuta/tjedno aktivnosti visokog intenziteta kao što je trčanje. Odraslima se također preporučaju vježbe s otporom, vježbe jakosti, kao npr. dizanje utega, barem dva puta tjedno. (Colberg i sur., 2016).

4.2.Vježbe otporom kod DM tipa 1

Vježbe otporom temelje se na korištenju mišićne snage za pomicanje utega ili savladavanja otpora za razvijanje maksimalne jakosti i snage, i repetitivne snage. Takav trening ne samo da poboljšava mišićno – koštano zdravlje, već pomaže u održavanju neovisnosti u obavljanju svakodnevnih aktivnosti, uz smanjeni rizik od ozljeda (Yardley i sur., 2013). Vrste treninga s otporom mogu uključivati dizanje utega, određene izotonične sprave, trake, izometrijske vježbe i kalisteniku (Magee i Bhatt, 2001).

Mišićna masa i snaga mogu se pozitivno poboljšati treningom otpora kod osoba s DM tipa 1. Učinci vježbanja otporom na kontrolu glikemije još nisu jednoznačno utvrđeni, ali su obećavajući. Primjerice, trening otpora pokazao se učinkovitim u smanjenju rizika od hipoglikemije nakon vježbanja. Kako navode Yardley i sur. (2013) u istraživanju provedenom na dvanaest fizički

aktivnih osoba s dijabetesom tipa 1 podijeljenih u 3 skupine. Prva skupina je izvodila 45 minuta vježbe otpora, druga 45 minuta aerobne vježbe i kontrolna grupa nije vježbala. Glukoza u plazmi mjerena je tijekom i 60 minuta nakon vježbanja. Intersticijska glukoza mjerena je stalnim praćenjem glukoze 24 sata prije, tijekom i 24 sata nakon vježbanja. Rezultati su utvrdili interakciju promjene glukoze u plazmi, tijekom i nakon vježbanja. Glukoza u plazmi smanjila se sa 8.4 ± 2.7 na 6.8 ± 2.3 mmol/L tijekom vježbe s otporom i s 9.2 ± 3.4 na 5.8 ± 2.0mmol/L tijekom aerobne vježbe. Kod kontrolne grupe nisu uočene značajne promjene. Tijekom oporavka, razina glukoze nije se značajno promjenila nakon vježbi s otporom, ali se povećala za 2.2 ± 0.6mmol/L nakon aerobnih vježbi. Prosječna intersticijska glukoza nakon 4,5 do 6 h nakon vježbanja bila je značajno niža nakon vježbi s otporom u odnosu na aerobne vježbe. Zaključak je da vježbe s otporom uzrokuju manji početni pad glukoze u krvi tijekom aktivnosti, ali su povezane s duljim smanjenjem glikemije nakon vježbanja od aerobnih vježbi (Yardley i sur., 2013).

„Američko udruženje za dijabetes“ preporučuje odraslima da obavljaju aktivnosti umjerenog (15 ponavljanja od 1RM) do visokog (ponavljanja blizu 1RM) intenziteta, 2 – 3 dana u tjednu u danima koji nisu uzastopni. Najmanje 8 – 10 vježbi s 1 – 3 serije po vježbi i 10 – 15 ponavljanja do pojave umora. Također su predviđene vježbe za stabilizaciju trupa i treninga ravnoteže. Djeca i mladi trebali bi uključiti takve aktivnosti kao dio svoje svakodnevne igre, rekreacije, tjelesnog odgoja, obiteljskih druženja. Važno je da ove aktivnosti zamijene vrijeme koje bi djeca i mladi potrošili na sjedenje, te je zato bitno planirati i strukturirati tjelesnu aktivnost tijekom svakodnevnog života. Bez obzira na to što će biti primarni cilj treninga, bilo to poboljšanje funkcionalnih sposobnosti ili povećanje sposobnosti brige o sebi, aktivnost s otporom u svakom slučaju treba uzeti u obzir moguću prisutnost kroničnih bolesti tipičnih za bolest. Takve zdravstvene probleme treba riješiti medicinski prije uključivanja u trening otpora (Colberg i sur., 2016).

4.3. Kako maksimizirati koristi od vježbanja kod DM tipa 1

Tijekom proteklih desetljeća, širok spektar znanstvenog napretka obuhvatio je upravljanje dijabetesom kako bi se znatno poboljšao psihološki i bihevioralni teret tih pacijenata. Opcije koje nude tehnologija i klinička skrb su razne, u rasponu od česte samokontrole glukoze u krvi (SMBG) do transplantacije otočića (IT). Korištenje aparata za mjerenje glukoze u krvi presudno je za kontrolu glikemijskih skokova zbog vježbanja: unos inzulina i ugljikohidrata može se u skladu s tim prilagoditi kako bi se spriječili disglikemijski događaji (hiper-, ili češće, hipoglikemijske

epizode) tijekom dana. Nekoliko mjerenja glukoze prije vježbanja, udaljenih 15 – 45 minuta, preporučuju se kako bi se utvrdili obrasci i trendovi. U idealnom slučaju, provjeru glukoze u krvi treba vršiti svakih 30 minuta tijekom tjelesne aktivnosti kako bi se strategije mogle providjeti prema potrebi. Čak i u kasnom oporavku, očitavanja glukoze su važna zbog povećane osjetljivosti na inzulin koja se javlja 7 do 11 sati nakon vježbanja (McMahon i sur., 2007).

Sustavi kontinuiranog praćenja glukoze (CGM) koriste mali senzor umetnut ispod kože koji omogućuje intersticijska očitanja glukoze često jednom u minuti tijekom razdoblja od 24 sata. Senzor ostaje na mjestu nekoliko dana do tjedan dana, zatim se mora zamijeniti. Mjerenja se prenose na bežični aparat, što omogućuje prikupljanje trendova, posebno korisnih za rekonstrukciju uzoraka moduliranih vježbanjem. Međutim, CGM u stvarnom vremenu ima tendenciju kašnjenja od 10 do 20 minuta između intersekcijske tekućine i glukoze u kapilari. Ovo je posebno alarmantno ako se razvija hipoglikemija, iako je pokazalo da kratkotrajna primjena CGM-a s alarmima o određenoj mjeri smanjuje učestalost i trajanje hipoglikemije. U drugoj studiji, CGM se pokazao točnim unatoč izrazito različitim metaboličkim uvjetima i uvjetima vježbanja (povremeno vježbanje visokog intenziteta naspram kontinuiranog umjerenog vježbanja) (Bally i sur., 2016). Spajanje CGM-a s inzulinskom pumpom (kontinuirana potkožna infuzija inzulina, CSII) pokazalo se učinkovitim u postizanju blagotvornih učinaka vježbanja u upravljanju DM tipa 1. CSII je tehnološko otkriće u terapiji DM tipa 1, jer omogućuje simuliranje fiziološkog lučenja inzulina u gušterači isporučujući brzo djelujuće analoge inzulina tijekom dana. S obzirom na višestruke dnevne injekcije inzulina (MDII), CSII nudi veću fleksibilnost i preciznije davanje inzulina kao i za male doze: korisnici mogu prilagoditi i bolusni inzulin i bazalne infuzije prije, za vrijeme i nakon vježbanja. CSII je definitivno koristan jer se bazalna redukcija inzulina nakon vježbanja može automatski dogoditi tijekom spavanja, tako da pomaže u prevenciji noćne hipoglikemije. Nadalje, uvođenje novih bazalnih inzulina ultradugog djelovanja (inzulin deguldec, inzulin glargine U-300) može značajno smanjiti učestalost doziranja zbog njihovog profila ultra dugog djelovanja (koji traje 24 sata, a moguće i do 40 sati), u konačnici smanjuje učestalosti hipoglikemije u usporedbi s njihovim suparničkim analozima bazalnog inzulina (Nasrallah i sur., 2012).

5. PEHRANA KOD TJELESNO AKTIVNIH OSOBA S DM TIP 1

Prehrana sportaša s dijabetesom bitno se ne razlikuje od prehrane zdravih ljudi. Sportaši s dijabetesom zahtijevaju odgovarajuće količine makronutrijenata kako bi podržali svoj trening i održali performanse tijekom natjecanja. Prehrana koja se sastoji od 55 – 60% ugljikohidrata, 25 – 30% masti i 10 – 15% bjelančevina preporučuje se pacijentima s DM tipa 1. Količina ukupnog

kcal/dan izračunava se na temelju aktivnosti: 30 kcal/kg ako je aktivnost umjerena, 40 kcal/kg ako je srednja i 50 kcal/kg ako česta. Razlika između muškaraca i žena je samo ako je česta aktivnost (žene 44 kcal/kg, muškarci 50 kcal/kg) (Iafusco, 2006).

Konzumacija ugljikohidrata ovisi o sportu, u rijetkim slučajevima ide ispod 60% a većinom doseže 70% ukupnih kcal. Sportaši s dijabetesom moraju izbjegavati dijete s ograničenim ugljikohidratima. Prije se pretpostavljalo da se manje molekule ugljikohidrata (jednostavni šećeri) razgrađuju i apsorbiraju brže od složenijih ugljikohidrata. Sada znamo da „teoretska“ pretpostavka nije točna i da su drugi čimbenici važniji od veličine molekula ugljikohidrata u određivanju brzine probave ugljikohidrata i utjecaja na razinu glukoze u krvi. Čimbenici koji mijenjaju brzinu kojom se hrana koja sadrži ugljikohidrate probavlja i apsorbira kao glukoza u krvotok uključuje specifični oblik ugljikohidrata u hrani, prisutnost drugih hranjivih sastojaka kao što su bjelančevine, masti i vlakna.

Životinjske i biljne bjelančevine trebaju biti u omjeru 1:1 i 60% masti mora biti biljnog podrijetla s omjerom mononezasićenih/polinezasićenih 1:1. Masti su presudno važne u prehrani sportaša jer daju energiju, vitamine topive u mastima i esencijalne masne kiseline potrebne za svakodnevnu aktivnost i zdravlje. Sugerira se da količina masti koju sportaši unose treba biti od 2 do 3 g/kg tjelesne težine na dan, ovisno o intenzitetu treninga. Nema znanstvenih dokaza koji ukazuju na to da prehrana bogata mastima poboljšava sportske performanse. Dijabetičarima se posebno preporučuje smanjuje unosa masnoća prije vježbanja kako bi se izbjegla ketoza (Iafusco, 2006).

Dodatak kalorija prije i neposredno nakon vježbanja u osnovi čine jednostavni i složeni ugljikohidrati, jer se oni brzo apsorbiraju i metaboliziraju tijekom aerobnih aktivnosti. Supstrati koji se metaboliziraju tijekom tjelesne aktivnosti ovise o intenzitetu bavljenja sportom, o aerobnom i anaerobnom stresu i o sportskoj spremi osobe. Glavni supstrati koji se konzumiraju tijekom umjerene tjelesne aktivnosti su ugljikohidrati tijekom prvih 90 – 120 minuta. Glavni izvor glukoze je glikogen u mišićima i jetri, a slabost tijekom tjelesne aktivnosti rezultat je iscrpljivanje glikogena. Također se hipoglikemija sprječava i ispravlja tijekom vježbanja glikogenolizom mišića i jetre. Na praktičnoj razini, dok vježbaju, dijabetičari bi trebali imati pristup apsorbiranim ugljikohidratima u slučaju hipoglikemije (Iafusco, 2006).

Metabolizam bjelančevina tijekom tjelesne aktivnosti pridonosi vrlo malo (<5%) ukupnoj potrošnji energije. Ali u slučaju smanjena zalihe glikogena, ona se povećava na 10 – 15% što

negativno utječe na sportske performanse. To je još jedan razlog za osiguravanje odgovarajuće količine ugljikohidrata u prehrani.

Masti i posebni esterificirana masna kiselina (NEFA) i trigliceridi koriste se tijekom nisko intenzivnog aerobnog treninga po stopi od 40% tijekom prvog sata i 70% u sljedeća četiri sata. Korištenje NEFA-e izravno je povezano s vrstom treninga. Općenito, prehrambeni plan sportaša dijabetičara predviđa ugljikohidrate prije početka aktivnosti, a masti i proteine nekoliko sati nakon aktivnosti (Iafusco, 2006).

5.1.Prehrana prije tjelesne aktivnosti

Obrok prije tjelesne aktivnosti trebao bi po mogućnosti sadržavati ugljikohidrate (tjesteninu, rižu ili kruh), koji se brzo probavljaju i apsorbiraju (Palmer i sur., 1998). Dva su važna čimbenika u vezi s količinom ugljikohidrata potrebnih prije vježbanja: upravljanje glikemijom i punjenje za potrebe treninga. U osnovi, količina preporučenih ugljikohidrata prije, tijekom i nakon treninga ovisit će o koncentraciji glukoze u krvi, vrsti i intenzitetu treninga koji se izvodi i razini cirkulirajućeg inzulina. Preporuka je da se započne aktivnost sa stabilnom koncentracijom glukoze u krvi između 7 i 14 mmol/L kad je razina ketona u krvi niska ili u urinu bez traga. Prije početka vježbanja, preporučuje se unos 10 – 20g glukoze ako je razina glukoze < 5,0 mmol/L i 10g ugljikohidrata ako je između 5,0 i 6,9mmol/L (Scott i sur., 2019). Najnoviji konsenzus o smjernicama sadrži tablicu koja sažima preporučenu količinu ugljikohidrata za konzumaciju tijekom vježbanja, ovisno o trajanju, vrijednosti glukoze u krvi i količini unesenog inzulina. Tijekom aktivnosti umjerenog intenziteta koji traje do 30 minuta, u stanjima stabilne euglikemije može biti potrebna samo relativno mala količina (10 – 20g) ugljikohidrata. S povećanjem trajanja i intenziteta preporučuje se dodatna količina ugljikohidrata, do 75 – 90g/h kada se vježba duže od sat vremena (Scott i sur., 2019). Grim i sur. (2004) usporedili su prilagodbe unosa ugljikohidrata u svrhu vježbanja s ili bez inzulina. Tijekom ovog istraživanja autori su izradili tablicu za usmjeravanje potreba za ugljikohidratima, ovisno o intenzitetu i trajanju vježbanja. Njihova studija pokazala je da je moguće spriječiti gotovo svu hipoglikemiju tijekom vježbanja, pod uvjetom da se unosi odgovarajuća količina ugljikohidrata. Pojavom tehnologije kontinuiranog praćenja glukoze, istraživači su uspjeli integrirati dodatne informacije kako bi pomogli u donošenju odluka. Na primjer Riddell i sur. (2011) predložili su uporabu algoritama na temelju razine glukoze i brzine promjene prema podacima izvedenim iz aparata za kontinuirano praćenje glukoze za procjenu

potreba za ugljikohidratima kako bi se održala stabilna glikemija tijekom vježbanja. Njihov algoritam sugerirao je da ako je glukoza ispod 7,0 mmol/L, unosi se 16 – 20 g, ovisno o vrijednosti i brzini promjene (Scott i sur., 2019).

Tablica 4. Količina ugljikohidrata potrebna za sprečavanje hipoglikemije tijekom vježbanja (Scott i sur., 2019).

Intenzitet	< 20 min	20 – 60 min	> 60 min
< 60% HR_{max}	0 – 10 g	10 – 20 g	15 – 35 g/h
60% - 75% HR_{max}	10 -20 g	20 – 60 g	20 – 100 g/h
> 75% HR_{max}	20 – 30 g	30 – 100 g	30 – 150 g/h

Ova istraživanja ističu važnost prilagodbe doziranja inzulina kako bi se izbjegla potreba za konzumacijom dodatnih ugljikohidrata (**Tablica 4**). Ovisno o potrošenoj energiji tijekom vježbanja, takav unos ugljikohidrata može izazvati nenamjerno debljanje (Grim i sur., 2004).

5.2. Prehrana tijekom aktivnosti

Tijekom aktivnosti u izdržljivosti glukoza se troši brzinom od oko 40 – 50 g/h, a razina ugljikohidrata mora se povećati kako bi se izbjegla hipoglikemija. Tijekom duljeg tjelesnog vježbanja unos glukoze u mišiće povećava se za 2 – 3 mg/kg tjelesne težine/min u slučaju laganih aktivnosti i od 5 – 6 mg/kg tjelesne težine/min u slučaju teških aktivnosti. Sportaš izračunava količinu glukoze koju uzima na temelju tjelesne aktivnosti i razine glikemije. Ako je glukoza u granicama normale, sportaš može popiti hipotoničnu otopinu. Osim što sadrži glukozu, ovaj napitak osigurava vodu i mineralne soli. Voćni sokovi sa sadržajem ugljikohidrata iznad 10% mogu uzrokovati nelagodu u trbuhu, bol, grčeve, mučninu i proljev (Palmer i sur., 1998). U svom istraživanju Perrone i sur. (2004) ispitivali su učinak unosa pića koji sadrži 6% ugljikohidrata na koncentraciju glukoze u krvi poslije 60-o minutnog umjerenog vježbanja i 30 minuta nakon odrađene aktivnosti kod oboljelih od DM tipa 1. Na kraju ispitivanja koncentracija glukoze u krvi smanjena je za 21 mg/dl. Pića koja sadrže 8% i 10% ugljikohidrata, unesena prije i tijekom vježbanja, u većini slučajeva rezultirala su odgovarajućom koncentracijom glukoze u krvi. Četiri ispitanika prekinula su aktivnost tijekom ispitivanja kod konzumacije pića s 8% ugljikohidrata zbog pada koncentracije glukoze u krvi, stoga bi se moglo preporučiti piće s 10% ugljikohidrata kako bi se izbjegla hipoglikemija izazvana vježbanjem (Perrone i sur., 2004).

5.3. Prehrana nakon tjelesne aktivnosti

Mišići nastavljaju dopunjavati zalihe glikogena još nekoliko sati nakon vježbanja, a povećana osjetljivost na inzulin može potrajati do sljedećeg dana, posebno nakon vježbanja izdržljivosti. Stoga sportaši s dijabetesom moraju biti svjesni da se hipoglikemija može pojaviti dosta kasnije nakon vježbanja. Konzumacija ugljikohidrata nakon sportske aktivnosti, zajedno sa smanjenom dozom inzulina sprječava hipoglikemiju. Optimalna doza složenih ugljikohidrata je 1,5 g/kg tjelesne težine u roku od 30 minuta, nakon čega slijedi 1,5 g/kg tjelesne težine u roku od 120 minuta nakon prestanka vježbanja. Ova količina ugljikohidrata obnavlja količinu glikogena u jetri i mišićima u roku od 24 sata (Iafusco, 2006).

.

6. ZAKLJUČAK

Diabetes mellitus je kronična bolest za koju ne postoji lijek. Doktori i dijabetičari se moraju koncentrirati na održavanje razine šećera u krvi u što je moguće boljoj vrijednosti, bez uzrokovanja velikih skokova u hiperglikemiju i hipoglikemiju. Učenje o bolesti i aktivno sudjelovanje u liječenju od velike su važnosti za osobe s dijabetesom, budući da su komplikacije dijabetesa daleko rjeđe i manje ozbiljne kod ljudi koji imaju dobro reguliranu razinu glukoze u krvi.

Tjelovježba pozitivno utječe na cjelokupno tjelesno, mentalno i socijalno zdravlje oboljelih od dijabetesa. Vježbanje predstavlja izazov mnogim oboljelima od dijabetesa, iz tog razloga, oboljelima treba savjetovati provjeru razine glukoze u krvi prije, tijekom i nakon aktivnosti. U slučaju loše samokontrole razine glukoze u krvi, loše prehrane te lošeg tempiranja terapije može doći do hiperglikemija i hipoglikemija uzrokovanih vježbanjem. Tjelesna aktivnost uz pravilnu prehranu jedno je od glavnih oblika terapije ove bolesti. Sve osobe oboljele od dijabetesa trebale bi se baviti nekim oblikom aerobne aktivnosti barem 150 minuta tjedno podijeljenih u nekoliko dana u tjednu, kao što su hodanje, trčanje, vožnja biciklom, plivanje i slično. U novijim istraživanjima sve se više naglašava pozitivan učinak vježbi s otporom. Stoga bi u svoje tjedne aktivnosti bilo preporučljivo uključiti neki oblik vježbi s otporom.

Prehrana je važan čimbenik postizanja optimalne kontrole glukoze u krvi. Plan unosa makronutrijenata, ponajviše ugljikohidrata prije, tijekom i nakon aktivnosti jedna je od strategija smanjenja nastanka hipoglikemija. Uz jasno određen individualni plan vježbanja, prilagođenu terapiju inzulina te plan prehrane osobe oboljele od DM tip 1 mogu si osigurati sve benefite koje donosi tjelesna aktivnost uz minimalni rizik.

7. LITERATURA

1. Adamo M, Codella R, Casiraghi F i sur. (2017). Active subjects with autoimmune type 1 diabetes have better metabolic profiles than sedentary controls. *Cell Transpl*, 26(1):23–32.
2. American Diabetes Association (2004): Nutrition Principles and Recommendation in Diabetes. *Diabetic Care*, 27:1536.
3. American Diabetes Association (2011): Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*, 34 (Suppl 1):11-61.
4. Bally L, Zueger T, Pasi N i sur. (2016). Accuracy of continuous glucose monitoring during differing exercise conditions. *Diabetes Res Clin Pract*, 112:1–5.
5. Boehncke S, Poettgen K, Maser-Gluth C i sur. (2009) Endurance capabilities of triathlon competitors with type 1 diabetes mellitus. *Dtsch Med Wochenschr*, 134:677–682.
6. Chokkalingam K, Tsintzas K, Snaar JEM i sur. (2007). Hyperinsulinaemia during exercise does not suppress hepatic glycogen concentrations in patients with type 1 diabetes: a magnetic resonance spectroscopy study. *Diabetologia*, 50:1921–1929.
7. Codella R, Terruzzi I, Luzi L (2017). Why should people witj type 1 diabetes exercise regulary? *Acta Diabetologica*, 54:615-630.
8. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE i sur. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39:2065–2079.
9. Cryer PE (2010). Hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 39:641–654.
10. Dabelea D, Bell RA, D'Agostino RB Jr, i sur. (2007). Writing Group for the SEARCH for Diabetes in Youth Study Group. Incidence of diabetes in youth in the United States. *JAMA*, 24:2716-2724.
11. Dansinger M. (2018). Diagnosis of diabetes, WebMD.
12. Delmonte V, Codella R, Piemonti L i sur. (2014). Effects of exercise in a islet-transplanted half-marathon runner: outcome on diabetes management, training and metabolic profile. *Sport Sci Health*, 10:49–52.

13. Galassetti P, Tate D, Neill RA i sur. (2003). Effect of antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to subsequent euglycemic exercise in type 1 diabetes. *Diabetes,* 52:1761–1769.
14. Gregory Justin M, Moore Daniel J, Simmons Jill H, (2013). Type 1 Diabetes Mellitus. *Pediatrics in Review,* 34:5-203.
15. Grimm J, Ybarra J, Berne C i sur. (2004). A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients. *Diabetes Metab,* 30:465-470.
16. Hoffman RP. (2007). Sympathetic mechanisms of hypoglycemic counterregulation. *Curr Diabetes Rev,* 3:185–193.
17. Iafusco D. (2006). Diet and physical activity in patients with type 1 diabetes. *Acta Biomed,* 1:41-46.
18. Jentjens, R.L, Moseley, L, Waring, R.H, Harding, L.K, Jeukendrup, A.E. (2004). Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. J. *Appl. Physiol*, 96:1277–1284.
19. Kacerovsky M, Jones J, Schmid AI i sur. (2011). Postprandial and fasting hepatic glucose fluxes in long-standing type 1 diabetes. *Diabetes,* 60:1752–1758.
20. Kayode J, Sola A, Adelani A, Adeyinka A, Kolawole O, Bashiru O. (2009). The role of carbohydrate in diabetic nutrition: A review. *The internet Journal of Laboratory Medicine*, Vol. 3, Number 2.
21. Krause MP, Riddell MC, Hawke TJ. (2011). Effects of type 1 diabetes mellitus on skeletal muscle: clinical observations and physiological mechanisms. *Pediatr Diabetes*, 12:345–364.
22. Liese AD, D'Agostino RB Jr, Hamman RF, i sur.; (2006). SEARCH for Diabetes in Youth Study Group. The burden of diabetes mellitus among US youth: prevalence estimates from the SEARCH for Diabetes in Youth Study. *Pediatrics*.
23. Lippincott W, W (2013). ACSM`s guidelines for exercise testing and prescription. *American College of Sports Medicine.* USA
24. Magee MF, Bhatt BA. (2001). Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar syndrome. Management of decompensated diabetes. *Crit Care Clin,* 17:75–106
25. Mayes P. A, Botham K. B. (2003). Lipid transport and storage. Harpers illustrated Biochemistry 26th Ed. Mc Graw Hill. 25: 205.

26. McMahon SK, Ferreira LD, Ratnam N i sur. (2007). Glucose requirements to maintain euglycemia after moderate-intensity afternoon exercise in adolescents with type 1 diabetes are increased in a biphasic manner. *J Clin Endocrinol Metab*, 92:963–968.
27. Moore DJ, Gregory JM, Kumah-Crystal YA, Simmons JH. (2009). Mitigating micro-and macro-vascular complications of diabetes beginning in adolescence. *Vasc Health Risk Manag*.
28. Narendran P, Estella E, Fourlanos S. (2005). Immunology of type 1 diabetes. *QJM*, 547:56.
29. Nasrallah SN, Nasrallah LR, Raymond Reynolds L. (2012). Insulin degludec, the new generation basal insulin or just another basal insulin?. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes,* 5:31.
30. Nathan DM, Lachin J, Cleary P, i sur. (2003). Intensive diabetes therapy and carotid intima-media thickness in type 1 diabetes mellitus.Clinical Trial. *The new England journal of medicine*, 23:2294-303.
31. Nobuko S, Mitsuhiko N, Takashi K. (2009). Alcohol consumption and the risk of type 2 diabetes mellitus in Japanese. A systematic review. *Asia Pac J Clin Nutr*, 17(4):545 – 551.
32. Palmer GS, Clancy MC, Hawley JA, Rodger IM, Burke LM, Noakes TD. (1998). Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20 Km time trial performance in well trained cyclists. *Int J Sports Med*, 19 (6): 415-8
33. Pavlić M. (2017). Prehrana i životne navike oboljelih od dijabetesa tipa 1. *Diplomski rad.* Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
34. Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, Chiasson JL. (2001). Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care*, 24:625–630.
35. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE.,Taplin CE, Adolfsson P i sur. (2017). Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes and Endocrinology, Vol. 5*, 377-390.
36. Riddell M.C, Milliken J. (2011). Preventing exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes using real-time continuous glucose monitoring and a new carbohydrate intake algorithm: An observational field study. *Diabetes Technol*. Ther., 13, 819–825.

37. Robertson K, Adolfsson P, Scheiner G i sur. (2009). Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*, 10:154–168.
38. Rother KI. (2007). Diabetes Treatment – bridging the divide. *The New England Journal of Medicine*, 356(15):1499-501.
39. Scott S, Kempf P, Bally L, Stettler C (2019). Carbohydrate intake in the Context of Exercise in People with Type 1 Diabetes. *MDPI-Publisher of Open Acess Journals.*
40. Shouip Hossam A. (2015). Diabetes mellitus. Faculty of Pharmacy & Pharmaceuctial Industries. Sinai University
41. Silverstein J, Klingensmith G, Copeland K, i sur. (2005). Care of children and adolescents with type 1 diabetes: a statement of the American Diabetes Association *American Diabetes Association.*
42. Sperling M. (2008). Pediatric endocrinology 3rd Ed. Philadelphia. PA: Saunders/Elsevier
43. Spraque JE, Arbela´ez AM (2011) Glucose counterregulatory responses to hypoglycemia. *Pediatr Endocrinol Rev,* 9:463–73.
44. Stoppler M. C. (2019). Diabetic ketoacidosis symptoms, causes, treatment and complications. *eMedicine health*.
45. Suresh Lal B. (2016). Diabetes: causes, symptoms and treatments. *Public health environment and social issues in India*, Chapter 5, 1st Ed.
46. Taplin CE, Cobry E, Messer L i sur. (2010). Preventing post exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. *J Pediatr* 157:784–788.
47. Web 1: https://www.idf.org/ [datum pristupa: 24.08.2021.]
48. Web 2: https://www.verywellhealth.com/hypoglycemia-and-hyperglycemia 5115877#citation-1 [datum pristupa: 31.08.2021.]
49. Wolfsdorf J, Glaser N, Sperling MA; (2006) American Diabetes Association. Diabetic ketoacidosis in infants, children, and adolescents: A consensus statement from the American Diabetes Association. Diabetes Care.
50. Yardley JE, Iscoe KE, Sigal RJ i sur. (2013). Insulin pump therapy is associated with less post-exercise hyperglycemia than multiple daily injections: an observational study of physically active type 1 diabetes patients. *Diabetes Technol Ther*, 15(1):84-8.
51. Yardley JE, Kenny GP, Perkins B i sur. (2013). Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 36:537–542.