

# Medicinsko-biokemijske pretrage za utvrđivanje i kontrolu dijabetesa

---

**Kos Grubić, Mirta**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Bjelovar University of Applied Sciences / Veleučilište u Bjelovaru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:739081>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Bjelovar University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



VELEUČILIŠTE U BJELOVARU  
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVO

**MEDICINSKO-BIOKEMIJSKE PRETRAGE ZA  
UTVRĐIVANJE I KONTROLU DIJABETESA**

Završni rad br. 87/SES/2024

Mirta Kos Grubić

Bjelovar, listopad 2024.



Veleučilište u Bjelovaru  
Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

### 1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Student: **Mirta Kos Grubić**

JMBAG: 0314021350

Naslov rada (tema): **Medicinsko-biokemijske pretrage za utvrđivanje i kontrolu dijabetesa**

Područje: **Biomedicina i zdravstvo**

Pože: **Kliničke medicinske znanosti**

Grana: **Sestrinstvo**

Mentor: **dr. sc. Rudolf Kiralj**

zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za ocjenjivanje i obranu završnog rada:

1. **Renata Ivanac Janković, dr. med., predsjednik**
2. **dr. sc. Rudolf Kiralj, mentor**
3. **Gordana Kesic-Valpotić, dr. med., član**

### 2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 87/SES/2024

U sklopu završnog rada potrebno je:

1. intenzivno pretražiti literaturu o medicinsko-biokemijskim pretragama kojima se utvrđuje dijabetes i kojima se dijabetes kontrolira
2. dati kratak opći pregled o dijabetesu - o biokemijskoj osnovi i vrstama, epidemiologiji, kliničkoj slici, dijagnostici, kontroli i liječenju
3. dati pregled medicinsko-biokemijskih pretraga za utvrđivanje dijabetesa (glukoza natašte, OGTT, HbA1c, fruktozamin, albuminurija i druge pretrage)
4. dati pregled medicinsko-biokemijskih pretraga za kontrolu dijabetesa (samokontrola glukoze, kontinuirano praćenje glukoze i druge pretrage)
5. istaknuti ulogu medicinske sestre u dijagnostici, liječenju i kontroli, u sestrinskoj skrbi oboljelih od dijabetesa, te u edukaciji oboljelih i njihove okoline

Datum: 12. rujna 2024. godine

Mentor: **dr. sc. Rudolf Kiralj**



## *Zahvala*

Željela bih se zahvaliti svojem mentoru dr. sc. Rudolfu Kiralju na svojoj pomoći, podršci, savjetima te iznimnom razumijevanju prilikom pisanja rada.

Posebno bih se željela zahvaliti svojoj obitelji bez koje ništa ovo ne bi bilo moguće, koja mi je pružila podršku i pomoć.

Te zahvala mojim kolegama i prijateljima koji su mi uvelike uljepšali studiranje.

## Sadržaj

1. UVOD .....	5
1.1. Anatomija i fiziologija endokrinog dijela gušterače.....	5
1.2. Klasifikacija šećerne bolesti .....	8
1.3. Praćenje i kontrola šećerne bolesti .....	13
2. CILJ RADA.....	15
3. METODE .....	15
4. UTVRĐIVANJE I KONTROLA DIJABETESA .....	17
4.1. Razine glukoze u krvi natašte.....	17
4.1.2. Načela procjene glikemije.....	17
4.2. OGTT.....	18
4.2.1. Evaluacija glikemije i OGTT-a.....	20
4.3. Glikirani proteini .....	21
4.4. Glukoza u urinu .....	23
4.5. Ketoni u urinu.....	24
4.6. Ostali testovi u dijagnostici šećerne bolesti.....	25
4.7. Samokontrola glukoze u krvi.....	26
4.8. Kontinuirano praćenje glukoze.....	29
5. RASPRAVA .....	32
6. ZAKLJUČAK .....	39
7. LITERATURA .....	41
8. OZNAKE I KRATICE.....	46
9. SAŽETAK .....	48
10. SUMMARY .....	49

## 1. UVOD

Šećerna bolest (ŠB) je skupina metaboličkih poremećaja metabolizma ugljikohidrata u kojima se glukoza nedovoljno iskorištava i proizvodi prekomjerno, što dovodi do hiperglikemije. Bolest se konvencionalno klasificira u nekoliko kliničkih kategorija, iako se one ponovno razmatraju na temelju genetskih, metaboličkih i drugih karakteristika te temeljne patofiziologije (1).

ŠB ili dijabetes je česta bolest. Svjetska prevalencija u 2021. procijenjena je na približno 537 milijuna, a predviđa se da će dosegnuti 783 milijuna do 2045. (2). Na temelju podataka od 2017. do 2020 procjenjuju se da u SAD-u postoji 37,3 milijuna ljudi (11,3% stanovništva SAD-a) s ŠB (3). Broj odraslih sa ŠB također se povećao u drugim dijelovima svijeta. Na primjer, 2021. Kina i Indija su imali 140,9 milijuna i 74,2 milijuna odraslih osoba sa ŠB, a pretpostavlja se da će do 2045. imati 174,4 milijuna odnosno 124,9 milijuna (2). Smatra se da oko 45% ljudi s ŠB diljem svijeta nema dijagnosticiranu bolest (2). U Europi, oko 60 milijuna osoba u dobi od 20 do 79 godina pati od šećerne bolesti, što predstavlja značajan javnozdravstveni izazov (4). Troškovi liječenja i skrbi za ovu bolest dosežu impresivnih 189 milijardi američkih dolara na godišnjoj razini, što ukazuje na ozbiljnost problema (4). Nažalost, više od milijun ljudi svake godine gubi bitku s ovom bolešću. Prema podacima CroDiab Registra, u Hrvatskoj je u 2023. godini zabilježeno 395.058 osoba s dijagnozom šećerne bolesti, no broj oboljelih stalno raste (6). Procjenjuje se da samo 60% oboljelih u Hrvatskoj ima dijagnosticiranu bolest, a to govori da stvarni broj oboljelih vjerojatno premašuje 600.000. „Šećerna bolest zauzima četvrto mjesto među uzrocima smrti u zemlji, s udjelom od 7,8% u 2022. godini“ (6).

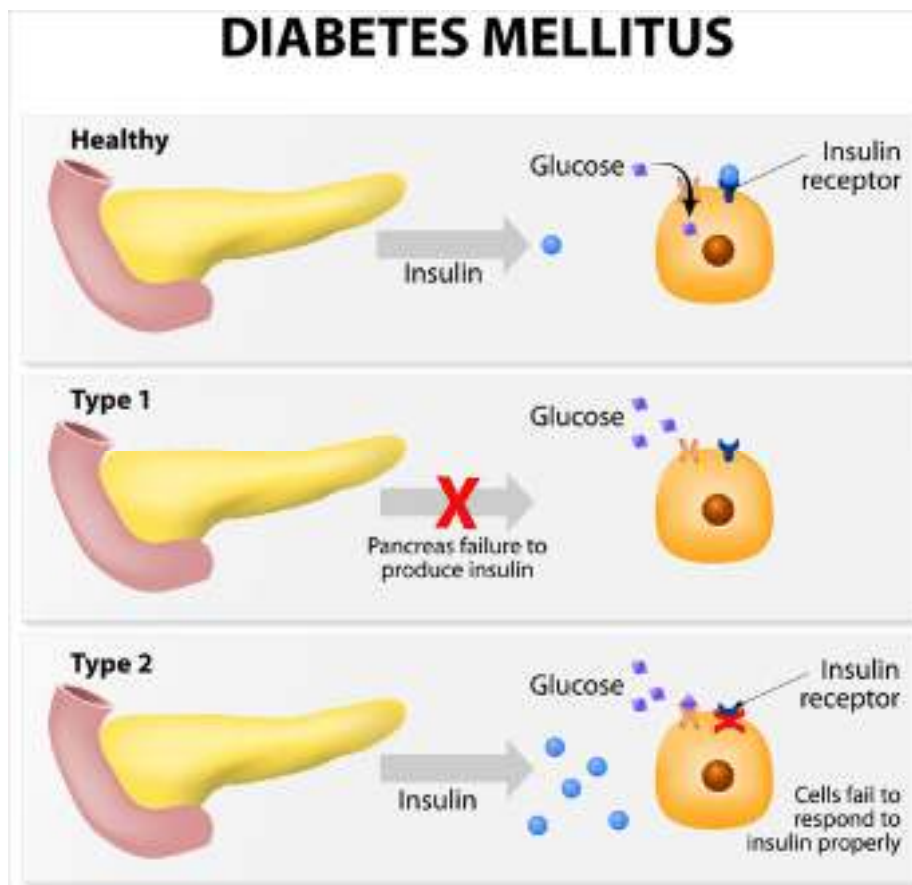
### 1.1. Anatomija i fiziologija endokrinog dijela gušterače

U zdravom stanju, gušterača funkcionira kao ključni regulator metabolizma glukoze u tijelu (7). Ona to čini kroz svoje endokrine funkcije, primarno kroz Langerhansove otočiće koji se nalaze unutar tkiva gušterače. Langerhansova tijela sadrže nekoliko tipova stanica koje proizvode

hormone: beta stanice odgovorne za lučenje inzulina, alfa stanice koje proizvode glukagon te delta stanice koje se bave proizvodnjom somatostatina. Inzulin smanjuje razinu glukoze u krvi omogućavajući njezin ulazak u stanice, gdje se koristi za proizvodnju energije ili se pohranjuje kao glikogen. Glukagon djeluje suprotno inzulinu, povećavajući razinu glukoze u krvi stimulacijom razgradnje glikogena u jetri (2, 8).

Slika 1 (9) prikazuje usporednu shemu kako gušterača i tjelesne stanice reagiraju na inzulin u zdravom organizmu te kod ŠB1 i ŠB2 (7).

Postoji nekoliko tipova šećerne bolesti, a svaki od njih utječe na sposobnost tijela da pravilno koristi glukozu. U zdravom stanju, gušterača normalno proizvodi inzulin, koji putuje kroz krvotok do stanica, gdje se glukoza u krvi veže za inzulinske receptore na površini stanica, omogućujući ulazak glukoze u stanice radi proizvodnje energije. Na slici 1 (9) je prikazan inzulin koji se povezuje s receptorom na stanici, što omogućava ulazak glukoze. Dijabetes tipa 1 nastaje kada gušterača ne može proizvoditi inzulin zbog autoimunog oštećenja beta stanica. Ovaj proces dovodi do smanjenja razine inzulina u organizmu. Na toj istoj slici je gušterača označena crvenim X simbolom, a strelice od gušterače prema receptoru za inzulin su isprekidane, što ilustrira nemogućnost proizvodnje inzulina. S druge strane, kod dijabetesa tipa 2, gušterača i dalje proizvodi inzulin, ali stanice tijela postaju rezistentne na njega, što znači da inzulin ne može efikasno omogućiti ulazak glukoze u stanice. Na slici 1 (9) je prikazano kako inzulin ne može aktivirati inzulinski receptor (prikazano crvenim križem na receptoru) usprkos prisutnosti inzulina, što dovodi do akumulacije glukoze u krvi.

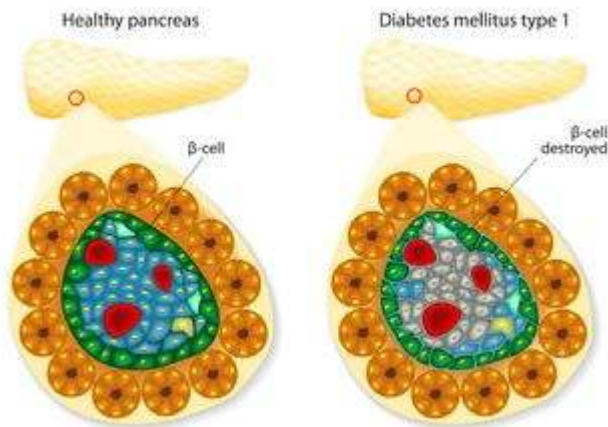


Slika 1.1 Usporedna shema kako gušterača i tjelesne stanice reagiraju na inzulin u zdravom organizmu te kod ŠB1 i ŠB2 (9)

U stanju šećerne bolesti tip 1, imunološki sustav pogrešno napada i uništava beta stanice u Langerhansovim otočićima (slika 1.2) (9), što rezultira nedostatkom inzulina. Bez inzulina, stanice tijela ne mogu učinkovito apsorbirati glukozu iz krvi, što dovodi do njezine akumulacije u krvi, poznate kao hiperglikemija. To uzrokuje potrebu za vanjskim dopunjavanjem inzulina da bi se mogla održati odgovarajuća razina glukoze u krvi (8, 9).



## ISLETS OF LANGERHANS



Slika 1.2 Kod ŠB1 Imunološki sustav napada beta stanice, stanice koje proizvode inzulin koje se nalaze u Langerhansovim otočićima regije gušterače (9)

Šećerna bolest tipa 2 karakterizira se inzulinskom rezistencijom i eventualnim smanjenjem proizvodnje inzulina (7). Inzulinska rezistencija znači da tijelo ne reagira na normalne razine inzulina na način kako bi trebalo, a gušterača na to odgovara povećanom proizvodnjom inzulina. Nažalost, kako bolest napreduje, gušterača može postati iscrpljena i više nije sposobna proizvoditi dovoljne količine inzulina. Također, postoji mogućnost gubitka broja beta stanica i u dijabetesu tipa 2, slično kao kod tipa 1, ali obično manje izraženo. Ovaj nedostatak i rezistencija skupa vode do kronične hiperglikemije. Komplikacije povezane s oba tipa dijabetesa uključuju makrovaskularne poremećaje kao što su koronarna arterijska bolest, periferna arterijska bolest i moždani udar, koje nastaju zbog kroničnog oštećenja velikih krvnih žila (8). Mikrovaskularne komplikacije uključuju dijabetičku retinopatiju, koja može dovesti do sljepoće, dijabetičku nefropatiju, koja može rezultirati kroničnim zatajenjem bubrega, i dijabetičku neuropatiju, koja može uzrokovati neuropatsku bol i amputacije. Dijabetes također može smanjiti sposobnost tijela da se opire infekcijama, što dovodi do povećanog rizika od različitih infektivnih bolesti (2).

### 1.2. Klasifikacija šećerne bolesti

Šećerna bolest se klasificira na tip 1 (ŠB1), tip 2 (ŠB2), druge specifične vrste i gestacijsku šećernu bolest (GŠB) (8). U bolesnika s ŠB1 neadekvatna inzulinska signalizacija uzrokovana

je apsolutnim nedostatkom inzulina. Razine inzulina i c-peptida u plazmi su nemjerljive ili vrlo niske zbog razaranja  $\beta$ -stanica gušterače. Najčešći uzrok razaranja  $\beta$ -stanica je autoimuni, a mnogi pacijenti sa ŠB1 imaju visoke razine autoantitijela kao što su GAD65 (glutaminska kiselina dekarboksilaza 65), ICA (antitijela na stanice otočića), IAA (autoantitijela na inzulin) ili IA-2 (protein 2 povezan s inzulinom). Početak ŠB1 obično je vrlo brz i težak (10). Simptomi često uključuju učestalo mokrenje (poliurija), žeđ (polidipsija), gubitak težine unatoč povećanom apetitu (ali ponekad mučninu, povraćanje i bolove u truhu) i zamagljen vid. Mnogi pacijenti u početku imaju dijabetičku ketoacidozu. ŠB1 se češće dijagnosticira u djece ili mlađih osoba, no to ne znači da se ne može javiti u svakoj dobi. Učestalost ŠB1 raste diljem svijeta, a uzrok tome ostaje važno područje istraživanja (npr. infekcija Covid-19 sada je moguće upletena). ŠB1 je češći kod ljudi koji imaju srodnike u prvom koljenu s ŠB1, ali je genetski pripisan povećani rizik skroman (incidencija se povećava otprilike s 30/100 000 na 400/100 000 ljudi) (10). Bolesnici s ŠB1 trebaju inzulinsku terapiju za održavanje homeostaze glukoze. Mali dio bolesnika s ŠB1 prima ili transplantaciju gušterače ili transplantaciju stanica otočića, ali ove terapije mogu normalizirati regulaciju glukoze u krvi. Terapija matičnim stanicama ostaje aktivno područje istraživanja kao lijek za ŠB1 (11).

Kod ŠB2 neadekvatna inzulinska signalizacija uzrokovana je inzulinskom rezistencijom i relativnim nedostatkom inzulina (1,10). U vrijeme postavljanja dijagnoze razine inzulina u plazmi i razine c-peptida su normalne ili čak visoke, ali zbog inzulinske rezistencije te su razine nedovoljne i tako razine glukoze u serumu postaju previsoke. Najčešći faktor rizika za inzulinsku rezistenciju je intraabdominalna pretilost koja rezultira viškom upalnih signala. Oštećenje  $\beta$ -stanica također pridonosi razvoju ŠB2 (a smatra se da postupni gubitak funkcije  $\beta$ -stanica prethodi dijagnozi čak desetljeće). Mehanizam obično nije autoimuni (titar autoantitijela je nizak ili negativan). Mehanizmi uključuju taloženje amiloida, upalu i disfunkciju mitohondrija među ostalima, a to je i dalje aktivno područje istraživanja (1,10).

Početak ŠB2 obično je spor, a simptomi (poliurija, polidipsija, gubitak težine, zamagljen vid) su blaži i postupno napreduju. Mnogim asimptomatskim pacijentima dijagnoza je dijagnosticirana nakon rutinskog probira krvi (hemoglobin A1c >6,5%). ŠB2 se češće dijagnosticira kod odraslih, iako je dijagnoza kod djece i mlađih odraslih osoba sve češća. Učestalost ŠB2 nastavlja rasti diljem svijeta usporedno s povećanom prevalencijom pretilosti. Bolesnici s ŠB2 često imaju pozitivnu obiteljsku anamnezu, a bolest ima snažnu, složenu multigensku nasljednost (nemendelijsku). Bolesnike s ŠB2 treba liječiti mjerama načina života kako bi se pomoglo gubitku težine, inzulinskim senzibilizatorima za smanjenje inzulinske

rezistencije, inzulinskim sekretagogima za pomoć povećanju proizvodnje inzulina  $\beta$ -stanica, lijekovima za pomoć pri izlučivanju glukoze u urin, kao i lijekovima za pomoć s težinom gubitak. Terapija inzulinom može biti potrebna kako razaranje  $\beta$ -stanica napreduje tijekom godina, ali se često koristi prerano za pacijente s ŠB2 kada postoje bolje mogućnosti (1,10).

Otpornost na ugljikohidrate koja počinje ili se prvi put prepoznaje tijekom trudnoće poznata je kao gestacijska šećerna bolest GŠB (1, 10). Trudnoća može izazvati manifestaciju ranije nedijagnosticirane ŠB (bilo tipa 1 ili tipa 2), posebno tijekom početnih pregleda u trudnoći. Međutim, GŠB smatra se odvojenim entitetom od ŠB2.

Genetski defekti u funkciji  $\beta$ -stanica povezani su s brojnim oblicima ŠB i javljaju se s početkom hiperglikemije obično prije dobi od 25 godina (11). Ova heterogena skupina naziva se ŠB mladih (MODY) i karakteriziraju je minimalni ili nikakvi defekti u djelovanju inzulina. Ključ za dijagnozu je obiteljska anamneza jer su to autosomno dominantna stanja. Postoji neuspjeh u izlučivanju inzulina. Uobičajeni oblici MODY-a uključuju MODY3 (HNF1- $\alpha$  defekt) i MODY2 (defekt glukokinaze) (1,11).

LADA (latentna autoimuna ŠB u odraslih) čini 2–12% svih slučajeva ŠB (1,11). Pacijenti se obično dijagnosticiraju nakon 35. godine i često su pogrešno dijagnosticirani kao ŠB2.

Autoimuno posredovani ŠB češći je u određenim neurološkim stanjima, posebno onima koji imaju visoku prevalenciju autoantitijela na glutaminsku kiselinu dekarboksilazu (GADAb) (11). Neurološki sindromi povezani s ŠB uključuju sindrom ukočenih osoba (SPS) i progresivni encefalomijelitis s krutošću i miohlonusom (PERM). Individue s ovim genetskim sindromima trebaju redovito testiranje na ŠB (1,11).

Neuroendokrinopatije uzrokuju ŠB putem antagonizma inzulina različitim hormonima (hormonom rasta, kortizolom, glukagonom, epinefrinom i drugima) i javljaju se kod osoba s prethodnim defektima u lučenju ili korištenju inzulina (1,11). Normalizacija razine inzulina obično se postiže ispravljanjem hormonske neravnoteže.

Određivanje tipa šećerne bolesti kod pojedinca često se temelji na specifičnim okolnostima koje su prisutne u trenutku postavljanja dijagnoze, a mnoge dijabetičare nije lako uklopiti u jednu kategoriju (12). Na primjer, osoba s GŠB može nastaviti imati hiperglikemiju nakon poroda i može se utvrditi da zapravo ima ŠB2. Alternativno, osoba koja dobije ŠB zbog velikih doza egzogenih steroida može postati normoglikemična kada se glukokortikoidi prekinu, ali onda može razviti ŠB mnogo godina kasnije nakon ponovljenih epizoda pankreatitisa. Drugi primjer

bi bila osoba liječena tiazidima koja godinama kasnije razvije ŠB. Budući da tiazidi sami po sebi rijetko uzrokuju tešku hiperglikemiju, takve osobe vjerojatno imaju ŠB2 koji se pogoršava lijekom. Stoga je za kliničara i pacijenta manje važno označiti određeni tip ŠB nego razumjeti patogenezu hiperglikemije i učinkovito je liječiti (13).

Osnovni dijagnostički test za otkrivanje ŠB je mjerenje razine glukoze u krvi natašte (11, 13). Dodatno, provjera razine inzulina u krvi može biti korisna, iako smanjene vrijednosti inzulina ne moraju biti vidljive u ranim fazama bolesti. Oralni glukoza tolerans test (OGTT) je dijagnostički test koji se koristi za identifikaciju poremećaja u metabolizmu glukoze. Za praćenje tijeka ŠB i učinkovitosti liječenja preporučuje se mjerenje hemoglobina A1c (HbA1c), dok se za kontrolu GŠB i kao indikator rizika za kardiovaskularne bolesti kod osoba s ŠB preporučuje testiranje mikroalbuminurije (1, 11, 13).

Kriteriji za postavljanje dijagnoze šećerne bolesti (ŠB) obuhvaćaju jedan od sljedećih pokazatelja (13):

- razina glukoze u plazmi natašte od 7,0 mmol/L (126 mg/dL) ili viša
- prisutnost simptoma ŠB uz slučajnu vrijednost glukoze u krvi od 11,1 mmol/L (200 mg/dL) ili višu
- koncentracija glukoze u plazmi od najmanje 11,1 mmol/L (200 mg/dL) dva sata nakon oralnog testa opterećenja s 75 g glukoze (OGTT)
- hemoglobin A<sub>1c</sub> viši od 6,5%.

Ako nije prisutna jasna hiperglikemija s akutnom metaboličkom dekompenzacijom, dijagnozu treba potvrditi ponovnim testiranjem na drugi dan.

Postoje i dvije prijelazne kategorije koje signaliziraju povećani rizik od razvoja ŠB (8):

- povišena glukoza natašte (PGN), gdje se vrijednosti kreću između 5,6 i 6,9 mmol/L
- intolerancija glukoze (IG), gdje razina glukoze u plazmi nakon dva sata od OGTT-a iznosi između 7,8 i 11,1 mmol/L.

Iako osobe s PGN-om ili IG-om nemaju dijabetes, njihov rizik od razvoja dijabetesa tipa 2 i kardiovaskularnih bolesti je značajno povišen. Preporučuje se probir razine glukoze u plazmi

natašte svake tri godine kod osoba starijih od 45 godina, kao i kod mlađih osoba koje imaju indeks tjelesne mase (ITM) od 25 kg/m<sup>2</sup> ili više te još jedan ili više rizičnih čimbenika (8).

Predijabetes (PreŠB) je zajednički naziv za poremećenu toleranciju glukoze i/ili poremećenu glukozu natašte. Definicija preŠB je sljedeća: razina glukoze u plazmi između 100 i 125 mg/dL (5,6–6,9 mmol/L) nakon gladovanja tijekom noći (13).

Probir se preporučuje iz nekoliko razloga. U prošlosti se procjenjivalo da se pojava ŠB2 javlja otprilike 4 do 7 (ili više) godina prije kliničke dijagnoze (14), a epidemiološke studije sugeriraju da se komplikacije mogu početi razvijati nekoliko godina prije postavljanja kliničke dijagnoze (15). Dosljedniji probir u visokorizičnim populacijama u narednim godinama može smanjiti i razdoblje nedijagnosticiranog ŠB i prevalenciju komplikacija u vrijeme dijagnoze. Bez obzira na ovu preporuku, dokazi da će populacijski probir na hiperglikemiju i naknadni naponi prevencije pružiti dugoročnu korist nisu dosljedni (16).

Povećanje učestalosti i rasprostranjenosti ŠB predstavlja značajan javnozdravstveni izazov kako u razvijenim zemljama tako i u zemljama u razvoju, posebno u svjetlu novog načina života obilježenog konzumerizmom (16). Glavni problem povezan s ŠB su njihovi ozbiljni komplikacije. Osobe koje boluju od ŠB imaju kraći životni vijek za čak deset godina u odnosu na svoje vršnjake bez ove bolesti, prije svega zbog kardiovaskularnih komplikacija. Procjenjuje se da je od jedne trećine do polovine osoba s ŠB nesvjesno oboljelo i stoga je bez adekvatnog liječenja (16).

Prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (SZO), prevencija bolesti i rano otkrivanje ključni su elementi u zaustavljanju širenja epidemije te smanjenju smrtnosti uzrokovane kardiovaskularnim komplikacijama. Fokus na ove strategije pomaže u pravovremenom prepoznavanju rizika i omogućuje poduzimanje preventivnih mjera kako bi se spriječio daljnji razvoj bolesti i ozbiljnije posljedice (11). American Diabetes Association (ADA) predlaže da sve asimptomatske osobe u dobi od 35 godina ili više budu pregledane u zdravstvenom okruženju (17). Za probir su prikladni Hb A<sub>1c</sub>, FPG ili 2-h OGTT (2). Ako je FPG <5,6 mmol/L (<100 mg/dL), 2-satna glukoza u plazmi je <7,8 mmol/L (<140 mg/dL) i/ili Hb A<sub>1c</sub> je <5,7% (<39 mmol/mol), testiranje treba ponavljati u intervalima od 3 godine. ADA predlaže da se probir razmotri u mlađoj dobi ili da se provodi češće kod osoba koje imaju prekomjernu tjelesnu težinu ili pretilo (BMI ≥25 kg/m<sup>2</sup>) i koje imaju 1 ili više drugih čimbenika rizika za ŠB (12). Osobe s preŠB (tj. koncentracije glukoze koje ne zadovoljavaju kriterije za ŠB, ali su iznad normale) trebaju se testirati jednom godišnje. Zbog sve veće prevalencije ŠB

tipa 2 u djece, sada se zagovara probir djece (2). Počevši od 10. godine života, testiranje treba provoditi svake tri godine kod mladih s prekomjernom tjelesnom težinom koji imaju jedan ili više čimbenika rizika, obiteljsku anamnezu, rasu/etničku pripadnost za koje se smatra da povećavaju rizik, znakove inzulinske rezistencije ili stanja povezana s inzulinskom rezistencijom i povijest ŠB ili GŠB-a kod majke tijekom gestacije djeteta (12).

### **1.3. Praćenje i kontrola šećerne bolesti**

Praćenje ŠB obuhvaća niz aktivnosti usmjerene na održavanje idealne razine glukoze u krvi, prevenciju ili smanjenje mogućih komplikacija, te poboljšanje kvalitete života pacijenata. Ključne komponente praćenja uključuju redoviti medicinski pregledi, uključujući mjerenje razine glukoze u krvi, praćenje krvnog tlaka, funkcije bubrega i lipida u krvi te pregled stopala, ključni su za praćenje tijeka bolesti i identifikaciju mogućih komplikacija (12). Pacijenti s ŠB trebaju redovno pratiti razinu glukoze u krvi kod kuće pomoću glukometra kako bi kontrolirali svoju bolest i prilagodili terapiju prema potrebi. Testiranje hemoglobina A1c (HbA1c) koje pruža informacije o prosječnoj razini glukoze u krvi tijekom protekla tri mjeseca te se koristi za procjenu dugoročne kontrole šećerne bolesti (11, 14). Redovito testiranje funkcije bubrega, uključujući testiranje kreatinina i mikroalbuminurije, važno je za ranu detekciju i upravljanje dijabetičkom nefropatijom (15). Osobe s ŠB imaju povećan rizik od hipertenzije, stoga je važno redovito pratiti krvni tlak i poduzeti mjere za njegovo održavanje unutar ciljanih vrijednosti. Edukacija pacijenata o važnosti pravilne prehrane, tjelesne aktivnosti, uzimanja lijekova te prepoznavanja i upravljanja hipoglikemijom i hiperglikemijom ključna je za uspješno upravljanje šećernom bolešću (12).

ŠB može prouzročiti brojne akutne i kronične komplikacije koje značajno utječu na kvalitetu života oboljelih (11, 14). Akutne komplikacije uključuju hipoglikemiju, koja se manifestira simptomima poput znojenja, drhtavice, zbunjenosti i, u teškim slučajevima, gubitka svijesti (11). Dodatno, dijabetička ketoacidoza i hiperglikemijski hiperosmolarni sindrom predstavljaju ozbiljna stanja koja zahtijevaju hitnu medicinsku intervenciju, jer mogu uzrokovati komu i smrt. Kronične komplikacije ŠB razvijaju se postupno i zahvaćaju različite organe i sustave (11). Dijabetička retinopatija može dovesti do sljepoće, dok dijabetička nefropatija može rezultirati kroničnim zatajenjem bubrega, zahtijevajući dijalizu ili transplantaciju bubrega. Oštećenje

perifernih živaca (dijabetička neuropatija) može uzrokovati bol, utrnulost i gubitak osjeta, povećavajući rizik od ozljeda i infekcija, posebice na stopalima, što može dovesti do amputacija. Kardiovaskularne bolesti, uključujući srčani udar i moždani udar, također su češće kod dijabetičara zbog oštećenja krvnih žila i povišenog rizika od ateroskleroze. Sve ove komplikacije zajedno zahtijevaju sveobuhvatan i kontinuiran pristup upravljanju ŠB kako bi se smanjio njihov utjecaj na oboljele (3).

Kontinuirano praćenje i kontrola šećerne bolesti ključni su za sprječavanje ili smanjenje rizika od ovih komplikacija te održavanje optimalnog zdravstvenog stanja oboljelih (1). Redovno praćenje razine glukoze u krvi pruža rano prepoznavanje odstupanja i pravodobno prilagođavanje terapije, čime se smanjuje rizik od akutnih komplikacija poput hipoglikemije i dijabetičke ketoacidoze (11). Uvođenje zdravih prehrambenih navika, redovita tjelesna aktivnost i pridržavanje medicinskih preporuka važni su za dugoročnu kontrolu glukoze, što pomaže u sprječavanju kroničnih komplikacija (10,13). Pravovremeni pregledi očiju, bubrega i živčanog sustava omogućuju rano otkrivanje i liječenje dijabetičke retinopatije, nefropatije i neuropatije, čime se smanjuje rizik od trajnog oštećenja. Kontrola krvnog tlaka i kolesterola, uz prestanak pušenja, značajno smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti, koje su česte među dijabetičarima. Edukacija pacijenata o važnosti samokontrole, prepoznavanju simptoma komplikacija te pravilnoj primjeni lijekova također igra ključnu ulogu u uspješnom upravljanju bolešću. Sve ove mjere zajedno omogućuju dijabetičarima održavanje bolje kvalitete života, smanjujući učestalost hospitalizacija i ozbiljnih zdravstvenih ishoda povezanih s ŠB (1, 10,13).

## 2. CILJ RADA

Cilj rada je temeljito istražiti i sintetizirati postojeću literaturu vezanu za medicinsko-biokemijske pretrage koje se koriste u dijagnostici i kontroli šećerne bolesti. Rad obuhvaća pregled različitih vrsta, njegovu biokemijsku osnovu, epidemiologiju, kliničku sliku, te metode dijagnostike i liječenje. Specifičan fokus je na medicinsko-biokemijskim testovima kao što su OGTT i HbA1c, koji su ključni za utvrđivanje prisutnosti i praćenje progresije dijabetesa. Rad uključuje pregled uloge medicinske sestre u procesima dijagnostike, kontrole i liječenja dijabetesa, te njihove važnosti u edukaciji pacijenata i njihovih obitelji. U dijelu rasprave, posebna pažnja bit će posvećena rastućoj prevalenciji dijabetesa na globalnoj razini i sve većem značaju medicinsko-biokemijskih pretraga u kontekstu ovog trenda. Cilj je kroz kritički osvrt izdvojiti ključne aspekte u kojima medicinske sestre mogu doprinijeti učinkovitijem menadžmentu i boljem ishodu bolesti.

## 3. METODE

Metode izrade završnog rada uključuju analizu stručnih članaka iz relevantnih znanstvenih baza podataka. Pregled literature proveden je pomoću ključnih riječi "šećerna bolest", "biokemijske pretrage", "dijagnoza", "kontrola" i "medicinska sestra". Korištene baze podataka uključuju:

1. NCBI (*National Center for Biotechnology Information*): Ova baza podataka pruža pristup raznim znanstvenim radovima i studijama vezanim za biokemijske pretrage i šećernu bolest. Pretraživanje je uključivalo članke iz PubMed-a, PMC-a i drugih povezanih resursa.
2. Google *Scholar*: Korišten je za pristup širem spektru akademskih radova, uključujući teze, knjige i recenzirane članke koji nisu uvijek dostupni putem specijaliziranih baza podataka.
3. Hrčak: Nacionalni portal za otvoreni pristup hrvatskim znanstvenim i stručnim časopisima. Pretraživanje na Hrčku omogućilo je pristup domaćim izvorima koji pružaju uvid u lokalne pristupe dijagnostici i kontroli šećerne bolesti.



4. Stručne knjige: Pregledane su ključne knjige iz područja biokemije i endokrinologije kako bi se dobio detaljan uvid u korištene biokemijske metode i njihove primjene u dijagnostici i kontroli ŠB.

## 4. UTVRĐIVANJE I KONTROLA DIJABETESA

### 4.1. Razine glukoze u krvi natašte

Određivanje koncentracije glukoze u krvi (glikemija) je laboratorijska pretraga koja daje osnovne podatke o metabolizmu saharida u bolesnika. Uzima se kapilarna ili venska krv i procjenjuje se razina glukoze u punoj krvi, plazmi ili serumu. Vrijednosti glikemije u punoj krvi su 10-15 % niže nego u plazmi/serumu (ovisno o hematokritu); arterijska krv daje 10 % veće vrijednosti glikemije od venske krvi (arterio-venska razlika) (17). Kako bi se zaustavila glikoliza (potrošnja glukoze od strane crvenih krvnih zrnaca) u posude za uzorke dodaje se natrijev fluorid, NaF (2,5 mg na 1 ml pune krvi). Ispitivanje koncentracije glukoze u krvi je potpuno informativno samo ako je poznat vremenski razmak između uzimanja uzorka krvi i zadnjeg uzimanja hrane (8). Ispitivanje glikemije provodi se (17):

- kao glikemija natašte (krv uzeta najmanje 8 sati nakon zadnjeg obroka) – test probira za pronalaženje dijabetičara u populaciji, za potvrdu dijagnoze ŠB ili za praćenje terapije ŠB
- kao slučajna glikemija (uzimanje krvi bez obzira na unos hrane) – u slučajevima sumnje na hipoglikemiju ili hiperglikemiju
- nakon obroka – postprandijalna glikemija (1 sat nakon obroka koji sadrži saharide) – za praćenje terapije ŠB
- kao glikemijski profil - glikemija se procjenjuje nekoliko puta dnevno, obično između glavnih obroka, ponekad i nakon obroka ili tijekom noći.

#### 4.1.2. Načela procjene glikemije

U laboratoriju su enzimске metode najčešće korištene za mjerenje koncentracije glukoze. Uobičajena tehnika koristi dvije uzastopne reakcije enzima glukoza oksidaze (GOD) i peroksidaze (POD) (18). U prvoj reakciji, GOD oksidira glukozu s kisikom iz zraka, stvarajući glukonsku kiselinu i vodikov peroksid. GOD preferira  $\beta$ -anomer glukoze, ali spontano konvertira i  $\alpha$ -anomer u  $\beta$ -anomer tijekom inkubacije. U drugoj reakciji, POD reagira s vodikovim peroksidom i kromogenim spojem, stvarajući stabilnu boju koja se može izmjeriti.

Ova boja odgovara koncentraciji glukoze. Alternativno, može se mjeriti i potrošnja kisika u reakciji GOD, koristeći elektrokemijske tehnike poput kisikove elektrode (19).

Druga metoda, heksokinaza, također je specifična. Glukoza se fosforilira u glukozu-6-fosfat, koji se zatim oksidira u 6-fosfoglukonolakton, a smanjenje NADP+ u NADPH može se pratiti kao povećanje apsorbancije u UV području. Glikemija je jedan od parametara koji se često ispituje čak i bez laboratorija (20).

Brza približna procjena glikemije uobičajena je u hitnoj pomoći. Također, u bolesnika koji se liječe inzulinom korisno je redovito pratiti glikemiju osobnim glukometrom i prema tome prilagoditi liječenje. Koncentracija glukoze u krvi jedan je od najčešćih parametara koji se procjenjuje na mjestu gdje se pacijentu pruža skrb. No treba naglasiti da iako POCT metode poboljšavaju kvalitetu života i ugodu bolesnika, ne mogu zamijeniti redovite liječničke i laboratorijske pretrage. Tehnike brze procjene glikemije koriste nekoliko principa (21).

Početni materijal obično je kapljica pune kapilarne krvi koja se nanosi na test traku (21). Najstarije, iako još uvijek korištene test trake temelje se na istim principima kao fotometrijsko mjerenje glukoze. Kapilarna krv prolazi kroz nekoliko slojeva različitih materijala, što rezultira hvatanjem krvnih stanica, dok samo plazma prodire u reakcijsku zonu, koja sadrži glukozooksidazu, peroksidazu i odgovarajući kromogen. Intenzitet boje proporcionalan je koncentraciji glukoze. Procjena se može napraviti ili jednostavnom usporedbom s ljestvicom boja ili pomoću glukometra, jednonamjenskog fotometra refleksije. Vizualna procjena ima prednost što je neovisna o svim instrumentalnim dodacima. Procjena glikemije na ovaj način je doista samo približna, ali ipak sasvim dovoljna posebno u području hitne medicinske pomoći. Glukometri koji se temelje na fotometriji refleksije trenutno su u velikoj mjeri zamijenjeni pouzdanijim elektrokemijskim analizatorima. Većina današnjih glukometra detektira produkt enzimske katalizirane oksidacije glukoze pomoću enzimske elektrode (1, 22).

## **4.2. OGTT**

OGTT procjenjuje klirens glukoze iz cirkulacije nakon punjenja glukozom u definiranim i kontroliranim uvjetima. OGTT simulira oralni unos hrane. Enterički čimbenici kao što su pražnjenje želuca, crijevna apsorpcija i funkcija jetre mogu utjecati na rezultate testa; stoga

OGTT pokazuje značajan raspon varijacija. OGTT je posebno koristan za ranu dijagnozu ŠB (17). U ovom slučaju koristi se kao rutinski screening pregled, koji se provodi kod svih trudnica između 24.-32. tjedna trudnoće (ukoliko postoji visok rizik također se radi što je prije moguće nakon utvrđivanja trudnoće). Kod ostalih osoba OGTT se preporučuje kao pomoćni dijagnostički test za dijagnozu ŠB u slučajevima kada su glikemija natašte i nasumična glikemija neuvjerljive (osobito ako je glikemija natašte između 5,6 – 6,9 mmol/l). Ako vrijednosti glikemije natašte ili nasumične glikemije uvjerljivo dokazuju dijagnozu ŠB, OGTT bi bio suvišan teret za bolesnika te je stoga kontraindiciran. Isto tako, test se izbjegava kod akutno bolesnih i nepokretnih bolesnika kao i kod pacijenata na redukcijskoj dijeti (17).

Pacijenti koji obavljaju OGTT moraju (17):

- biti na neograničenoj dijeti koja sadrži najmanje 150 g ugljikohidrata/dan najmanje tri dana prije testa
- nastaviti sa svojim uobičajenim tjelesnim aktivnostima prije testa
- ostati sjediti i suzdržati se od pušenja tijekom testa

Detaljniji opis postupka OGTT-a uključuje sljedeće korake (23):

1. Priprema prije testa: pacijent mora biti na gladovanju 8 do 14 sati prije početka testa. Gladovanje podrazumijeva da se ne konzumiraju hrana i pića osim vode.
2. Prvi uzorak krvi: nakon perioda gladovanja, uzima se prvi uzorak krvi kako bi se izmjerila bazalna razina glukoze u krvi natašte.
3. Konzumacija glukoze: pacijent zatim pije standardnu dozu glukoze koja se sastoji od 75 grama glukoze otopljene u 250 do 300 ml vode. Otopina glukoze mora se popiti unutar 5 do 10 minuta.
4. Uzimanje uzoraka krvi nakon konzumacije glukoze:
  - drugi uzorak krvi: uzima se jedan sat nakon što je pacijent popio otopinu glukoze.
  - treći uzorak krvi: uzima se dva sata nakon konzumacije glukoze.

Kod zdravih ispitanika, razina glukoze u krvi obično doseže vrhunac otprilike 30 minuta nakon konzumacije glukoze i vraća se na početne razine natašte nakon otprilike 120 minuta. Kod

pacijenata s dijabetesom, vrhunac razine glukoze u krvi može se postići kasnije, oko 60 minuta nakon konzumacije glukoze, a može se primijetiti i produženi period visokih razina glukoze (plato) koji traje od 120 do 180 minuta. Kod njih se razina glukoze vraća na početnu vrijednost tek nakon otprilike 180 minuta (23).

#### **4.2.1. Evaluacija glikemije i OGTT-a**

Razumijevanje normalnih vrijednosti glikemije te onih koje ukazuju na poremećaje pomaže u postavljanju točne dijagnoze.

Normalne vrijednosti glikemije (13):

##### 1. Glikemija natašte:

- Normalna razina: Manje od 5,6 mmol/L.
- Ova vrijednost se mjeri nakon perioda gladovanja od 8 do 14 sati, kada pacijent nije unosio hranu ni piće osim vode.

##### 2. OGTT vrijednosti (13):

- Glikemija nakon 120 minuta: Manje od 7,8 mmol/L.
- Nakon konzumacije standardne doze glukoze (75 g glukoze otopljene u 250-300 ml vode), uzima se uzorak krvi nakon 120 minuta kako bi se izmjerila razina glukoze. Vrijednost ispod 7,8 mmol/L smatra se normalnom.

Patološke vrijednosti glikemije (13):

##### 1. Glikemija natašte:

- Povišena razina: Veća ili jednaka 7,0 mmol/L.
- Ova razina ukazuje na poremećaj metabolizma glukoze i može biti znak dijabetesa.

##### 2. Glikemija u slučajnom uzorku ili nakon OGTT-a:

- Povišena razina: Veća ili jednaka 11,1 mmol/L.

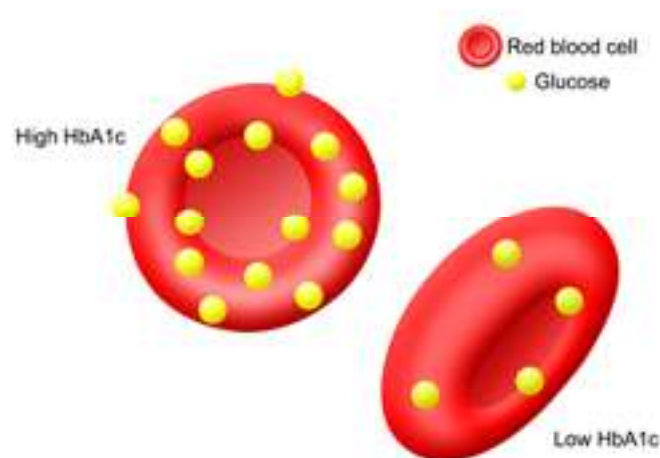
- Kada se izmjeri slučajnim uzorkom krvi (svejedno u koje doba dana i nevezano za vrijeme posljednjeg obroka) ili nakon 120 minuta OGTT-a, ova vrijednost ukazuje na dijabetes, posebno ako je praćena klasičnim simptomima dijabetesa.

Za potvrdu dijagnoze ŠB pregled je potrebno ponoviti kako bi se isključile eventualne pogreške ili varijacije koje mogu nastati zbog vanjskih čimbenika poput stresa, bolesti ili nepravilne pripreme pacijenta za testiranje. Ponovljeni testovi, kao što su mjerenje glikemije natašte, OGTT ili slučajni uzorak krvi, pomažu u potvrđivanju prisutnosti poremećaja metabolizma glukoze. U nekim slučajevima, liječnici mogu koristiti i dodatne testove, poput mjerenja HbA1c, kako bi se procijenila prosječna razina glukoze u krvi tijekom protekla dva do tri mjeseca i postavila konačna dijagnoza dijabetesa.

### 4.3. Glikirani proteini

Glukoza i drugi monosaharidi spontano reagiraju s proteinima stvarajući glikirane proteine. Takve se reakcije odvijaju i kod zdravih osoba, a mogu biti uključeni svi topljivi serumski proteini kao i strukturni proteini (24). Opseg glikacije ovisi o prosječnoj razini glukoze kojoj je protein izložen i o poluživotu proteina. Ovaj proces neenzimske glikacije proteinskih molekula naziva se Maillardova reakcija (24). Reakcija započinje kada se slobodna šećerna aldehidna ili ketonska skupina kondenzira sa slobodnom amino skupinom proteina kako bi nastala Schiffova baza (aldimin). Ova reakcija je reverzibilna i odvija se tijekom nekoliko sati. Prolazna hiperglikemija rezultira samo minimalnom glikacijom. Schiffova baza se zatim polako (u roku od nekoliko dana) preuređuje u prilično stabilan ketoamin koji se naziva fruktozamin. Koncentracija fruktozamina može se mjeriti reakcijom s nitroplavim tetrazolijem. Formiranje fruktozamina još uvijek je u određenoj mjeri reverzibilno, iako je ravnoteža snažno pomaknuta prema njihovoj proizvodnji. Ravnoteža se postiže tijekom nekoliko tjedana. Koncentracija ketoamina može se smanjiti ako se glikemija normalizira. Konačno, tijekom tjedana i mjeseci i neovisno o prisutnosti glukoze, fruktozamini reagiraju s dugotrajnim strukturnim proteinima (kolagen, elastin, mijelin živaca itd.) i proizvode složene nizove unakrsnih veza i adukata koji se nazivaju Maillardovi proizvodi ili napredni završni proizvodi glikacije (AGE). Ovi procesi su nepovratni. Neenzimska glikacija proteina smatra se jednim od uzroka kasnih komplikacija

i oštećenja organa u bolesnika sa šećernom bolešću. Mjerenje produkata glikacije proteina korisno je u dugotrajnom praćenju koncentracije glukoze i daje neizravne informacije o tijeku glikemije za životni vijek proteina čija se glikacija procjenjuje (25). Rutinski se mjere glikirani hemoglobin HbA1c i glikirani serumski proteini (fruktozamin). Procjena glikiranog hemoglobina i glikiranih proteina koristi se u kontrolama dijabetičara i za otkrivanje trajne hiperglikemije. Povećane vrijednosti glikiranih derivata upućuju na to da su posljednjih tjedana prevladavale povišene razine glukoze u krvi i da ŠB nije dobro nadoknađen. Glikirani hemoglobin (HbA1c) (slika) smatra se najboljim markerom za praćenje glukoze u krvi dijabetičara. „Hemoglobin je dio crvenih krvnih zrnaca koji prenosi kisik“ (25). HbA1c mjeri količinu glukoze 'zalijepljene' za hemoglobin. Što je viša razina glukoze u krvi, to će se više glukoze vezati za hemoglobin (slika 3).



Slika 4.1. HbA1c (43)

Koncentracija glikiranog hemoglobina govori o glikemiji tijekom zadnjih 6-8 tjedana (25), a mjeri se kromatografskim ili imunokemijskim metodama.

Procjena koncentracije glikiranog hemoglobina (HbA1c) (12):

- normalne vrijednosti: 20 – 42 mmol/mol
- kompenzirani ŠB: 43 – 53 mmol/mol
- loša kompenzacija ŠB: > 53 mmol/mol

Glikirani proteini plazme (fruktozamini) imaju kraći poluživot i njihove razine odražavaju prosječnu glikemiju tijekom zadnja 2-3 tjedna. Glavna komponenta je glikirani albumin (26). Na rezultate ove procjene može utjecati hipoproteinemija. Iako se danas mjerenje fruktozamina ne koristi rutinski kod osoba s dijabetesom, ono može biti korisno u situacijama kada HbA1c rezultati nisu pouzdani ili kada je potrebno pratiti promjene u kontroli glikemije tijekom kratkog vremenskog razdoblja (26).

Procjena glikiranih proteina (S-glikirani proteini) (25):

- normalne vrijednosti: 205 – 285  $\mu\text{mol/l}$
- dobra kompenzacija ŠB: 285 – 320  $\mu\text{mol/l}$
- zadovoljavajuća kompenzacija ŠB: 321 – 370  $\mu\text{mol/l}$
- loša kompenzacija ŠB: > 370  $\mu\text{mol/l}$

#### 4.4. Glukoza u urinu

Glukoza u bubregu se prvo filtrira kroz glomerularnu membranu u primarni urin, a zatim se reapsorbira u proksimalnim tubulima. Tijelo nastoji očuvati glukozu i zaštititi je od gubitka – normalno je tubularni reapsorpcijski sustav zauzet s 1/3 svog kapaciteta (27). Međutim, ako koncentracija glukoze u krvi prijeđe 9 – 10 mmol/l, što se još naziva i renalni prag, dolazi do zasićenja kapaciteta tubularne reapsorpcije, te se u mokraći pojavljuje glukoza – glikozurija (glukozurija) (26). Normalno se samo vrlo mala količina glukoze – do 0,72 mmol/24 sata – izlučuje urinom (27). Otkrivanje glukoze u urinu ukazuje na prisutnost ŠB; stoga svaki slučaj glukozurije treba dodatno ispitati. S druge strane, negativan nalaz glukoze u mokraći ne isključuje ŠB, jer se bubrežni prag donekle razlikuje od osobe do osobe. Lažno pozitivni rezultati mogu se dobiti kod ispitanika s niskim pragom za glukozu. Nalaz glikozurije potrebno je evaluirati zajedno s ispitivanjem glikemije natašte (27). Razlikuje se glikozurija u prisutnosti hiperglikemije, što je tipičan nalaz kod ŠB. Tijekom bolesti, međutim, bubrežni prag za glukozu može porasti, a glikozurija može čak nestati. Stoga je glikozurija nepouzdana kao biljeg na temelju kojeg treba donositi odluke o terapiji dijabetičara (28). Prolazna ‘alimentarna glikozurija’ može se pojaviti čak i kod pacijenata koji nemaju ŠB kao posljedica obroka bogatog



saharidima ili tijekom OGTT-a (28). Drugi slučaj je glikozurija uz normoglikemiju – renalna glikozurija. To je poremećaj reapsorpcije glukoze u stanicama bubrežnih tubula. Može se javiti kao nasljedna bolest ili kao stečeni poremećaj zbog toksičnog ili upalnog oštećenja bubrega, što utječe na funkciju proksimalnih tubula (28).

### **Metode ispitivanja glukoze u mokraći**

Dokazivanje glukoze u mokraći moguće je nespecifičnim kemijskim reakcijama ili test trakama (29). Nespecifične reakcije temelje se na redukcijskim svojstvima monosaharida. Fehlingov i Benedictov test koriste bakrene ione kompleksirane u tartrat ili citrat, redom, u alkalnoj otopini. U prisutnosti redukcijskih tvari ioni bakra se reduciraju u ione bakra, stvarajući zeleno-žuti, žuti ili čak ciglastocrveni bakrov talog (29). Nylanderov test koristi alkalni bizmut(III) nitrat (bizmut(III) nitratoksid,  $\text{BiONO}_3$ ) umjesto bakra; djelovanjem redukcijskih sredstava nastaje crni metalni bizmut. Sve ove reakcije pokazuju u mokraći ne samo prisustvo glukoze, već i drugih reducirajućih šećera i redukcijskih tvari općenito (npr. askorbinske kiseline) (29).

Ispitivani urin ne smije sadržavati bjelančevine (30). Dijagnostičke trake temelje se na specifičnoj enzimskoj reakciji s glukoza oksidazom i peroksidazom (tj. isti princip kao i određivanje glukoze u krvi). Test je specifičan za D-glukozu jer jastučić s reagensom ne reagira s drugim šećerima kao što su fruktoza, galaktoza i laktoza. Velike doze redukcijskih tvari, npr. askorbinska kiselina ima inhibitorni učinak što dovodi do lažno niskih ili čak negativnih rezultata. U tim se slučajevima preporučuje ponavljanje testa najmanje 10 sati nakon posljednjeg uzimanja vitamina C. Lažno pozitivni rezultati, nasuprot tome, mogu se proizvesti kontaminacijom spremnika urina oksidirajućim dezinficijensom ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , kloramin). Test glukoze mora se izvesti sa svježim urinom, kako bi se spriječila bakterijska kontaminacija; ili se urin mora čuvati na  $4\text{ }^\circ\text{C}$ . Nalaz glikozurije uvijek treba pratiti procjena glikemije natašte (31).

### **4.5. Ketoni u urinu**

Pojam "ketonska tijela" uključuje tri kemikalije: acetoocetenu kiselinu,  $\beta$ -hidroksimaslačnu kiselinu i aceton. Kada se biokemijska energija ne proizvodi pretvorbom glukoze, metabolizam

prelazi na oksidaciju lipida. Ketonska tijela se sintetiziraju u jetri iz acetil CoA, dobivenog oksidacijom masnih kiselina. Dio acetoacetata može se potom reducirati u  $\beta$ -hidroksibutirat, dok se manji dio podvrgava spontanoj dekarboksilaciji u aceton i  $\text{CO}_2$  (27). Sva tri produkta prekomjerne pretvorbe masnih kiselina izlučuju se mokraćom. Relativni udio u kojem su tri ketonska tijela prisutna u mokraći je sljedeći: 60 – 70 %  $\beta$ -hidroksimaslačne kiseline, 30 – 35 % acetoacetata i oko 2 % acetona. Procjena ketona u mokraći korisna je kao kontrola bolesnika s ŠB1 (27). Ketonska tijela odsutna su u urinu odgovarajuće liječenih dijabetičara. Njihova prisutnost ukazuje na metaboličku ketoacidozu i uvijek je praćena hiperglikemijom. Mala količina ketonskih tijela u mokraći može se pojaviti u razdoblju mršavljenja, zbog povraćanja, prekomjerne tjelesne aktivnosti ili tijekom gladovanja. Ova stanja, međutim, nikada nisu povezana s hiperglikemijom. Test na ketonska tijela u urinu koristi reakciju acetoacetata i acetona s natrijevim nitroprusidom u alkalnom mediju, stvarajući kompleks ljubičaste boje. Ovu reakciju koriste Legal's i Lestrade's testovi, kao i dijagnostički test s trakama. Nitroprusid ne reagira s  $\beta$ -hidroksimaslačnom kiselinom; stoga negativan nitro-prusidni test ne može u potpunosti isključiti ketoacidozu (27).

#### **4.6. Ostali testovi u dijagnostici šećerne bolesti**

##### **Inzulin**

Inzulin (prema korištenim tehnikama također se naziva imunoreaktivni inzulin, IRI). Zbog velikih cirkadijskih fluktuacija, interferencije autoantitijela i nemogućnosti razlikovanja endogenog inzulina od onog koji se daje terapijski, imunoreaktivni inzulin obično se mjeri tijekom testova tolerancije glukoze (OGTT). Njegove su vrijednosti niske u ŠB1, ali su često povišene u sindromu inzulinske rezistencije (28).

##### **C-peptid**

C-peptid je dio molekule proinzulina koji se odcjepljuje prije izlučivanja inzulina. Koncentracija C-peptida u serumu odgovara količini izlučenog inzulina. Ne razgrađuje se u jetri i budući da egzogeni inzulin koji se daje u injekcijama ne sadrži nikakav C-peptid, terapija

ne utječe na njegovu procjenu (28). C-peptid prolazi glomerularnu membranu, stoga njegova koncentracija raste kod bubrežne insuficijencije (28).

### **Autoantitijela**

ŠB1 često se povezuje s pozitivnošću na antitijela protiv Langerhansovih otočića (ICA), protiv inzulina (IAA), a posebno protiv jednog izoforma glutamat dekarboksilaze (GAD 65) (18). Ova antitijela su važna dijagnostička obilježja kod ŠB1 jer njihova prisutnost ukazuje na autoimuni mehanizam uništavanja beta-stanica gušterače koji je karakterističan za ovu podvrstu ŠB. Identifikacija ovih antitijela pomaže u postavljanju dijagnoze ŠB1 i omogućuje ranije prepoznavanje i upravljanje bolešću (28).

## **4.7. Samokontrola glukoze u krvi**

Pacijenti koji trebaju inzulin, posebno oni s ŠB1, koriste informacije o koncentraciji glukoze u krvi ili plazmi kako bi odredili pravilne doze inzulina tijekom dana (27). Ti bolesnici prilagođavaju svoje inzulinske doze prema razini glukoze u krvi ili plazmi. Većina uređaja za mjerenje glukoze koristi testne trake koje sadrže enzime poput glukoza oksidaze ili glukoza dehidrogenaze. Mala količina krvi nanosi se na testnu traku koja sadrži sve potrebne reagense za analizu. Neke mjerače karakterizira prisutnost porozne membrane koja odvaja crvene krvne stanice, a analiza se izvodi na dobivenoj plazmi. Prema tvrdnjama proizvođača, uređaji za mjerenje glukoze u krvi mogu mjeriti raspon koncentracije čak do 33,3 mmol/L, kao što je navedeno u istraživanju Sacksa i sur. (27). Kada je riječ o procjeni točnosti takvih uređaja, obično se koriste smjernice Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO). Prema tim smjernicama, minimalni standardi za točnost sustava za mjerenje glukoze u krvi zahtijevaju da najmanje 95% rezultata mora biti unutar odstupanja od  $\pm 0,8$  mmol/L u odnosu na referentnu metodu kada su koncentracije glukoze ispod 5,6 mmol/L, te odstupanje ne smije biti veće od  $\pm 15\%$  pri koncentracijama glukoze od 5,6 mmol/L i više. Također, određeno je da više od 99% izmjerenih vrijednosti glukoze mora biti unutar zona A i B prema mreži konsenzusnih pogrešaka (32).

Redovita samokontrola glukoze u krvi ključna je za pacijente s ŠB, posebno za one koji primaju terapiju inzulinom (22-24). Važno je da ta mjerenja budu pouzdana, točna i jednostavna. Postoji mnogo razloga zbog kojih može doći do pogrešaka, uključujući probleme s testnim trakama, utjecaj okolišnih čimbenika, kemijske interferencije poput drugih tvari u krvi ili hematokrita, te pogreške prilikom izvođenja samog mjerenja. Jedna od važnih karakteristika uređaja je volumen krvi potreban za mjerenje. S razvojem tehnologije, taj se volumen smanjio pa je sada potrebno samo 1  $\mu$ l ili manje, ovisno o različitim uređajima. U slučaju nedovoljnog uzorka krvi, uređaji bi trebali upozoriti korisnika da je volumen uzorka nedovoljan za precizno mjerenje. Smanjeni volumen uzorka može biti uzrokovan različitim čimbenicima, kao što su uvjeti iz okoline, smanjen protok krvi u kapilarama ili nedovoljna dubina uboda (33).

Netočnim mjerenjima i pogreškama u samokontroli glukoze u krvi pacijenata s ŠB može rezultirati nedovoljan volumen uzorka. Zato je važno provesti edukaciju pacijenata o pravilnoj uporabi uređaja za samokontrolu, kao i o tehnikama koje će im pomoći osigurati dovoljan i adekvatan uzorak krvi za precizna mjerenja (33). Vrijednost hematokrita, koja označava postotak volumena crvenih krvnih stanica u ukupnom volumenu krvi, ima značajan utjecaj na rad prijenosnih glukometara. Posebno je važno uzeti u obzir ekstremne vrijednosti hematokrita, gdje je nužno prepoznati potrebu za korištenjem laboratorijskih metoda za mjerenje koncentracije glukoze u krvi, kako je istaknuto u istraživanju Davesa i sur. (34).

Preporučuje se korištenje prijenosnih glukometara kada su vrijednosti hematokrita unutar specifičnog raspona, obično između 30% i 50% (35). Međutim, često se događa da se uređaji upotrebljavaju i kada je hematokrit izvan ovih referentnih vrijednosti. „Vrijednosti hematokrita mogu varirati izvan normalnih intervala zbog različitih faktora, uključujući životni stil (poput pušenja ili dugotrajne tjelovježbe), okolišne čimbenike (kao što su visoke nadmorske visine ili sezonske promjene), dob, bolesti te stanja koja su povezana s lijekovima (kao što su hematološki poremećaji, hipermenoreja, trudnoća ili bubrežne bolesti)“ (36).

Iako se zna da hematokrit značajno utječe na preciznost mjerenja glukoze pomoću glukometara, u praksi se često zanemaruje taj faktor, pod pretpostavkom da su razine hematokrita u općoj populaciji pacijenata relativno stabilne, obično između 40% i 45% (36). Istraživanja, međutim, ukazuju da se razine hematokrita mogu znatno razlikovati, krećući se od 20% do 60% kod opće populacije pacijenata, dok kod hospitaliziranih pacijenata variraju od 10% do 70% (36). Kada je hematokrit niži od normalnih vrijednosti (ispod 30% do 35%), to može rezultirati visokim koncentracijama glukoze u odnosu na laboratorijske rezultate, dok vrijednosti hematokrita

iznad normalnih (iznad 45%) (34) mogu rezultirati nižim koncentracijama glukoze u odnosu na laboratorijske rezultate. Utjecaj hematokrita na točnost glukometara može se ublažiti korištenjem tehnologije uređaja koja uključuje dodatna mjerenja hematokrita i primjenom korekcijskih faktora ili korištenjem matematičkih jednadžbi koje ispravljaju signale prije davanja konačnih rezultata mjerenja (25).

Praćenje razine glukoze u krvi kod pacijenata s ŠB tipa 1 pokazalo se kao korisno u upravljanju bolešću, ali njegova korisnost kod pacijenata s ŠB tipa 2 koji ne primaju inzulinsku terapiju još nije potpuno potvrđena. Analiza studija provedena 2016. godine otkrila je da redovito praćenje glukoze u krvi kod pacijenata s ŠB tipa 2, koji ne primaju inzulinsku terapiju, dovodi do smanjenja razine HbA1c kako u kratkoročnom (do 6 mjeseci) tako i dugoročnom (12 mjeseci ili više) razdoblju, neovisno o trajanju bolesti (36) također, kontrola ŠB je bila poboljšana, bez obzira na početnu razinu HbA1c. Zanimljivo je primijetiti da je praćenje bilo učinkovitije kod pacijenata s početnom razinom HbA1c manjom od 8% nego kod onih s početnom razinom HbA1c od 8% ili više (36). Ovi rezultati sugeriraju da redovito praćenje razine glukoze u krvi može biti posebno korisno u upravljanju ŠB tipa 2 kod pacijenata s nižim početnim vrijednostima HbA1c. (36).

Testiranje na licu mjesta, poznato kao point-of-care testiranje (POCT), je brza dijagnostička tehnika koja se izvodi izvan laboratorijskog okruženja, često neposredno uz pacijenta ili u blizini njega (21). Ovu tehniku koriste medicinski stručnjaci, pacijenti i članovi obitelji. Zahvaljujući svojoj jednostavnosti korištenja i brzim rezultatima, POCT može ubrzati proces donošenja kliničkih odluka i poboljšati ishod liječenja pacijenata. Najčešće korišteni POCT sustav je za mjerenje glukoze u krvi (21). No, bitno je napomenuti da se POCT sustavi koriste kao preliminarni testovi ili kao dodatne hitne mjere koje nadopunjuju rad središnjeg laboratorija, a ne kao standardni dijagnostički alati. Korištenje POCT sustava za dijagnosticiranje niskih ili visokih razina glukoze u krvi može dovesti do pogrešaka. Stoga je ključno redovito uspoređivati rezultate POCT sustava s laboratorijskim testovima i redovito ih kalibrirati kako bi se osigurala točnost rezultata (21).

Nepreciznost rezultata, uz primjetne razlike između različitih uređaja, ograničava upotrebu glukometara u dijagnosticiranju ŠB i smanjuje njihovu vrijednost u ranom otkrivanju bolesti (26). Preporučuje se samokontrola razine glukoze u plazmi za sve pacijente s ŠB koji koriste inzulinsku terapiju. Kod pacijenata s ŠB tipa 2 koji se liječe prehranom i oralnim lijekovima, samokontrola razine glukoze u plazmi može biti korisna za postizanje bolje regulacije, posebno

kod promjena terapije. Međutim, nedostaju podaci koji bi potvrdili poboljšanje zdravstvenih ishoda. Uloga samokontrole razine glukoze u plazmi kod pacijenata s stabilnim ŠB tipa 2 koji se samo liječe prehranom zahtijeva daljnje istraživanje. Pacijente je važno educirati o pravilnoj upotrebi glukometara, uključujući provjeru kvalitete. Usporedbe između rezultata glukoze u plazmi dobivenih pomoću glukometara i istovremenih laboratorijskih analiza trebale bi biti redovite (27).

#### **4.8. Kontinuirano praćenje glukoze**

Mjerenje razine glukoze je važno za efikasno upravljanje ŠB. Iako se standardna metoda za procjenu kontrole glikemije često oslanja na mjerenje vrijednosti HbA1c, ona ne otkriva fluktuacije razine glukoze tijekom vremena koje mogu izazvati hipoglikemiju i hiperglikemiju, a povezane su s mikrovaskularnim i makrovaskularnim komplikacijama (28). Iako praćenje razine glukoze u krvi može pomoći u poboljšanju kontrole glikemije kod pacijenata, bez obzira na to jesu li na inzulinskoj terapiji ili ne, ono nije dovoljno učinkovito u predviđanju ili upozoravanju na pojavu hipoglikemije (37).

Uzorkovanje krvi više puta tijekom dana može biti vremenski intenzivno, nepraktično i često bolno, što može dovesti do neredovitog praćenja razine glukoze. Također, budući da pacijenti sami bilježe rezultate, podaci mogu biti netočni, bilo namjerno ili slučajno (38). Važno je educirati pacijente o pravilnoj uporabi glukometra kako bi osigurali točne rezultate i prilagodili terapiju prema potrebi. Međutim, samokontrola glukoze pruža samo trenutnu vrijednost bez informacija o promjenama u razini glukoze tijekom vremena (38). Kontinuirano praćenje glukoze može odgovoriti na ove nedostatke.

Kontinuirano praćenje glukoze (Continuous Glucose Monitoring, CGM) je tehnologija koja omogućuje neprekidno mjerenje razine glukoze u intersticijskoj tekućini u stvarnom vremenu. Osim praćenja trenutnih vrijednosti glukoze, CGM pruža informacije o vremenu provedenom unutar određenih raspona koncentracija glukoze (Time in Range, TIR) (38). Također, određeni uređaji imaju funkcije upozorenja koje korisnika obavještavaju o trendovima u promjeni razine glukoze prema hipoglikemiji ili hiperglikemiji. Postoje dva glavna tipa CGM uređaja: oni koji omogućuju neprekidno praćenje u gotovo stvarnom vremenu (Real-Time CGM, rtCGM) i oni koji prikazuju koncentraciju glukoze kada se senzor uređaja aktivira skeniranjem čitačem

(Intermittently Viewed CGM, iCGM) (39). Kontinuirano praćenje glukoze se preporučuje za pacijente s ŠB tipa 1 te za pacijente s ŠB tipa 2 koji se intenzivno liječe inzulinom, a ne postižu zadane terapijske ciljeve. Kombinacija CGM-a s mjerenjem HbA1c korisna je za praćenje dugoročne kontrole glikemije. Važno je educirati pacijente o pravilnoj uporabi uređaja za kontinuirano praćenje glukoze te o interpretaciji podataka koje dobivaju kako bi mogli donositi informirane odluke o svojoj terapiji i upravljanju ŠB (37).

Korištenjem kontinuiranog praćenja glukoze (CGM), mogu se pratiti dnevni profili fluktuacija razine glukoze, pružajući trenutne informacije o utjecaju promjena u terapiji ili životnim navikama (38-40). Međutim, postoji nekoliko izazova koji se mogu pojaviti u vezi s korištenjem CGM sustava. Da bi bio učinkovit, CGM se mora redovito koristiti, a nepravilna upotreba može rezultirati smanjenim koristima. Također, postoji mogućnost da korištenje CGM sustava izazove anksioznost kod korisnika. Osim toga, CGM može zakašnjelo registrirati promjene razine glukoze u dinamičnim situacijama, što može ograničiti njegovu upotrebu u određenim kontekstima. Također, neki korisnici mogu biti osjetljivi na materijale iz kojih su izrađeni senzori CGM sustava, što može rezultirati alergijskim reakcijama. Unatoč tim izazovima, sve veći broj ljudi koristi CGM sustave. No, iskorištavanje podataka dobivenih CGM sustavom u praksi još uvijek je ograničeno (39). Potrebno je daljnje istraživanje i edukacija kako bi se poboljšalo razumijevanje i primjena CGM tehnologije u upravljanju ŠB.

Kod hospitaliziranih pacijenata, česta kontrola razine glukoze je ključna, s učestalošću od četiri puta dnevno do svakog sata, ovisno o stanju pacijenta. Međutim, ovakva rutina mjerenja glukoze glukometrom može biti neugodna za pacijenta i zahtjevna za medicinsko osoblje zbog vremenskog angažmana (38). Stoga, implementacija kontinuiranog praćenja glukoze u bolničkim okruženjima postaje sve poželjnija, osobito s povećanom potrebom za praćenjem tijekom pandemije COVID-19. „Istraživanja pokazuju usklađenost rezultata mjerenja glukoze glukometrima i uređajima za kontinuirano praćenje glukoze kod hospitaliziranih pacijenata“ (30). Ipak, potrebno je dodatno istražiti ekonomsku isplativost takvih sustava mjerenja kako bi se osiguralo njihovo šire prihvaćanje i primjena u kliničkoj praksi (30). Korištenje kontinuiranog praćenja glukoze (CGM) donosi višestruke koristi, uključujući smanjenje vrijednosti HbA1c, smanjenje epizoda hipoglikemije te poboljšanje kvalitete života pacijenata. Međutim, postoje određena ograničenja poput točnosti uređaja, potrebe za edukacijom pacijenata, mogućnosti uznemiravanja pacijenata alarmima, bolnosti tijekom postavljanja i skidanja senzora te utjecaja na svakodnevni život (39).

Unatoč tim izazovima, preporuča se korištenje CGM-a u kombinaciji s mjerenjem HbA1c za procjenu glikemijskog statusa i evaluaciju potrebe za promjenom terapije kod pacijenata s ŠB tipa 1 te kod pacijenata s ŠB tipa 2 koji primaju intenzivnu terapiju inzulinom, a ne postižu zadane terapijske ciljeve (38). Iako postoje sve veći dokazi o učinkovitosti CGM-a, ograničen je pristup ovim uređajima samo manjem broju pacijenata. Stoga su potrebne dodatne studije o ekonomskoj isplativosti kako bi se opravdala rutinska primjena CGM-a u kliničkoj praksi (38).



## 5. RASPRAVA

Jedna od 11 (463 milijuna) odraslih osoba trenutno živi s ŠB u cijelom svijetu (1,41). Predviđa se da će globalna dobno standardizirana prevalencija ŠB porasti za 59,7% do 2050. To znači da bi većina mogla narasti na 9,8%, pogađajući otprilike 1,31 milijardu ljudi. I demografske promjene i trendovi u pretilosti potiču taj porast. Naime, 49,6% predviđenog rasta pripisuje se trendovima pretilosti (41). Ovo naglašava hitnu potrebu za sveobuhvatnim javnozdravstvenim intervencijama za sprječavanje pretilosti i učinkovito upravljanje ŠB (32).

Medicinske sestre igraju ključnu ulogu u pomaganju osobama s ŠB da razumiju i upravljaju svojim stanjem. Međutim, globalni manjak od 5,9 milijuna medicinskih sestara mnoge ostavlja bez skrbi koja im je potrebna (40). Ljudi koji žive s ŠB ili imaju rizik od razvoja ŠB tipa 2 možda neće moći izbjeći komplikacije koje mijenjaju život – poput moždanog i srčanog udara, bubrežnih bolesti, gubitka vida i amputacije udova. Medicinske sestre daju vrijedne savjete o prehrani i načinu života kako bi pomogle osobama s rizikom od razvoja ŠB tipa 2 kako bi se smanjio njihov rizik, a medicinske sestre igraju važnu ulogu u podizanju svijesti o znakovima upozorenja i simptomima kako bi se osigurala brza dijagnoza i liječenje. Obrazovanje je kamen temeljac zdravstvene zaštite. Međunarodna dijabetička federacija (IDF) zalaže se za široku razmjenu informacija o dijabetesu i najbolje prakse kako bi se zdravstvenim radnicima pružilo razumijevanje i vještine za pružanje optimalne skrbi i podrške osobama s ŠB (40).

Uloga medicinske sestre u dijagnostici šećerne bolesti je ključna i obuhvaća nekoliko važnih aktivnosti (40).

1. Medicinska sestra može educirati pacijente o rizicima, simptomima i čimbenicima rizika za šećernu bolest kako bi ih potaknula na redovite preglede i samopraćenje.
2. Sestrinski pregled obuhvaća provjeru rizičnih faktora kao što su pretilost, nezdrava prehrana, nedovoljna tjelesna aktivnost i obiteljska anamneza ŠB.
3. Medicinska sestra može biti prva osoba koja primijeti simptome šećerne bolesti, poput čestog mokrenja, žeđi, gubitka težine ili umora, te uputiti pacijenta na daljnju dijagnostiku.
4. Sestre mogu obavljati testove za rani probir na šećernu bolest, poput testa tolerancije na glukozu ili mjerenja razine glukoze u krvi.

Kako bi se povećala prevencija ŠB i dugoročno smanjilo opterećenje zdravstvenih usluga, vođenje promjena u zajednici vitalna je komponenta smanjenja smrtnosti i morbiditeta od ŠB.

Patronažne sestre su u dobroj poziciji da pruže podršku osobama koje žive s ŠB u zajednici (33). Budući da su medicinske sestre članovi multidisciplinarnog tima, mogu biti dio pružanja usluga sa strategijom upravljanja preventivnim holističkim pristupom u sestrinstvu u zajednici i primarnoj zdravstvenoj zaštiti za učinkovito upravljanje skrbi o dijabetesu. Važno je da skrb nije usmjerena samo na liječenje i upravljanje; prevencija ŠB i njegova integracija kroz multidisciplinarni tim u okruženjima zajednice također moraju biti dio ove promjene (42).

Ovo dovodi u raspravu još jedan vrlo važan aspekt upravljanja ŠB i smanjenja rizika. Korištenje opreme kao što je POCT može igrati izuzetno važnu ulogu u prevenciji i upravljanju ŠB (43). Medicinske sestre i patronažne sestre u dobroj su poziciji za pružanje ove vrste neinvazivnog testiranja vrha prsta. Ovi testovi daju trenutne rezultate, što znači da se savjeti o prehrani i načinu života mogu ponuditi na licu mjesta, prilagođeni zdravstvenim potrebama pojedinca. POCT se definira kao laboratorijska usluga koja se koristi malim analitičkim uređajima koja se provodi u okruženju za konzultacije s pacijentima, a ne u tradicionalnom središnjem laboratoriju, čime se pružaju rezultati u stvarnom vremenu uz brže donošenje odluka (43). To ga čini prikladnim testom s brzo dostupnim rezultatima, pružajući neposredan učinak na pacijente, s potencijalnom promjenom njihove njege i odgovarajućim savjetima koji se daju na dogovorenom pregledu. POCT olakšava učinkovito kliničko liječenje, smanjujući morbiditet i mortalitet pacijenata u primarnoj zdravstvenoj zaštiti (44). POCT također pridonosi uštedi troškova u preopterećenom zdravstvenom sustavu, poboljšava kvalitetu života pacijenata i povećava zadovoljstvo pacijenata. Povećana upotreba POCT-ova u primarnoj zdravstvenoj zaštiti vjerojatno će igrati značajnu ulogu u budućnosti (34). Kada se koristi na odgovarajući način, POCT može dovesti do učinkovitijih, učinkovitijih medicinskih tretmana i poboljšane kvalitete medicinske skrbi.

Ne može se podcijeniti ključna uloga medicinskih sestara u pružanju dobre skrbi za pacijente i promicanju samonjege. One su često prva točka kontakta za osobe kojima je tek dijagnosticiran ŠB, a skrb se može primijeniti u različitim okruženjima (44). Njihov rad u pružanju obrazovanja, osposobljavanja i podrške pomaže u postizanju MDT pristupa s promicanjem samozbrinjavanja kod ŠB te kroz probir i prevenciju ŠB tipa 2.

Sve sestrijsko osoblje ima važnu ulogu u liječenju, upravljanju i prevenciji ŠB kroz promicanje prilagodbe prehrane i načina života. Čimbenici rizika povezani s ŠB dobro su istraženi; to uključuje nedostatak tjelesne aktivnosti, lošu prehranu, visoki krvni tlak, visok kolesterol, pušenje i pretjeranu konzumaciju alkohola (1). Zdravstveni djelatnici mogu promicati

prilagodbu načina života i promjene prehrane, što često može dovesti do smanjenja stope incidencije ŠB tipa 2. Dok se ŠB tipa 1 ne može spriječiti, savjet o poduzimanju koraka za sprječavanje daljnjih zdravstvenih problema može pomoći u smanjenju potrebe za daljnjom njegom osiguravanjem da se liječenje provede čim se otkrije (45). Uloga medicinskih sestara je vitalna jer su one često osobe koje provode godišnje preglede ŠB i stopala. Medicinske sestre također imaju kliničku ulogu u probiru, održavanju i pružanju podrške osobama s ŠB (46).

Budući da je ŠB složena bolest, zahtijeva interprofesionalni pristup liječenju. Medicinske sestre mogu biti presudne u osiguravanju odgovarajućeg praćenja pacijenata i praćenja učinkovitosti liječenja. Mnogi edukatori dijabetičara su medicinske sestre koje su prošle opsežnu dodatnu obuku u obrazovanju o ŠB i imaju više vremena za individualizirano obrazovanje. Medicinske sestre također igraju ključnu ulogu u akutnoj skrbi za ŠB, posebice pomažući bolničkom timu u prepoznavanju i liječenju dijabetičke ketoacidoze i hiperosmolarnog hiperglikemijskog sindroma u kućnim i bolničkim uvjetima, koji su po život opasne komplikacije ŠB (47).

Smatra se i da upravljanje ŠB zahtijeva nove modele skrbi i prakse (48). Sustavi zdravstvene skrbi sve više usvajaju modele pod vodstvom medicinskih sestara za koje se vjeruje da su usmjereni na pacijenta, za razliku od tradicionalnijeg modela pod vodstvom liječnika koji se fokusira na medicinski tretman i izlječenje. Osnaživanje medicinskih sestara s više neovisnih uloga u njezi ŠB predloženo je kao moguća inicijativa za poboljšanje ishoda pacijenata s ŠB (48). Uspoređujući model pod vodstvom medicinskih sestara s tradicionalnom njegom, Li i sur. (49) pokazali su da je model pod vodstvom medicinskih sestara bio učinkovitiji u poboljšanju kontrole glikemije i smanjenju ŠB.

ŠB je kronična bolest u čijoj liječenju treba aktivno sudjelovati i sam bolesnik te treba promijeniti način života kako bi održao normalan metabolički status. Dakle, obrazovanje o ŠB treba biti integrirano u promjenu stila života, stava, znanja, vještina samokontrole ŠB i evaluacije programa, itd. Ovo je prepoznato kao apsolutni dio upravljanja ŠB-om.

Donošenje odluka na temelju vlastitog životnog stila i nekih drugih metaboličkih, psiholoških i društvenih čimbenika uvelike pridonosi uspješnom liječenju šećerne bolesti, što upućuje na to da edukacija o samokontroli i brizi o sebi ima važnu ulogu u postizanju cilja osnaživanja bolesnika. U tom pogledu, medicinska sestra kao edukator o ŠB, trebala bi razmotriti skrb usmjerenu na pacijenta i učinkovitu komunikaciju s pacijentima i njihovom obitelji te, također, procijeniti pacijentov stres, pružiti korisne strategije za rješavanje problema kako bi pomogle pacijentima da svjesno donose odluke u skladu s medicinskim prednostima i manama (27). U

usporedbi s uobičajenom njegom, takva je zdravstvena njega u istraživanjima pokazala obećavajuće rezultate u poboljšanju kontrole glikemije (snižavanje HbA1C (17 naspram 0,6%, (smanjenje HbA1C (17 naspram 0,6%,  $P < 0,001$ )) i razine šećera u krvi natašte (43 naspram 15 mg/dl,  $P < 0,001$ ) kod pacijenata s ŠB potvrdile su mnoge druge studije, čak i one provedene na velikom uzorku (24-27) koje su također bile učinkovite u kontroli ŠB i komplikacijama kao i ublažavanju depresije izazvane ŠB (38, 39).

Zdravstveni odgoj i promicanje zdravlja uključuje podučavanje pacijenata, prikupljanje osnovnih informacija o njima i pružanje relevantnih informacija o skrbi za ŠB. Osnaživanje bolesnika i poticanje na samokontrolu uključeno je u skrb i upravljanje ŠB. U cilju pružanja prihvatljive skrbi za ŠB, medicinske sestre trebaju podučiti svoje pacijente da točno tumače razinu glukoze u krvi nakon praćenja i u skladu s tim koriste odgovarajuće količine lijekova za snižavanje glukoze (oralnih ili injekcija). Ove bolesnike također treba educirati o prilagodbi uravnotežene prehrane, mehanizmima kontrole tjelesne težine, važnosti svakodnevnog vježbanja, simptomima hipo i hiperglikemije te njihovom pristupu, osiguravanju ravnoteže između unosa hrane i količine dnevnih lijekova te aktivnost, svakodnevni pregled stopala na moguće čireve, kontrola krvnog tlaka i kolesterola, redoviti odlasci liječniku radi očnog pregleda i ispitivanja bubrežne funkcije (39).

Medicinske sestre pružaju holističku njegu koja se brine i svim individualnim potrebama koje ne moraju biti izravno povezane s šećernom bolesti, to može uključivati kulturna i financijska pitanja, njegu stopala, fizičku i psihološku skrb, kao i socijalnu podršku. Zabilježeno je da pružanje skrbi koja je usmjerena na potrebe pojedinačnih pacijenata povećava kvalitetu skrbi koja se pruža pacijentima s ŠB2 i smatra se da rezultira boljim ishodima za pacijente, kao što su uspješna kontrola ŠB i zadovoljstvo pacijenata skrbi.

Podučavanje različitih dobnih skupina kako upravljati ŠB glavni je korak u upravljanju ŠB. Mnoga su istraživanja pokazala da je skrb koju pružaju medicinske sestre edukatori superiornija od one koju pružaju liječnici; korištenje ove skupine pružatelja zdravstvenih usluga također smanjuje troškove kvalitete skrbi (50). Danas je uloga medicinskih sestara u obrazovanju dijabetičara dobro poznata u cijelom svijetu. Dok su prije mnogo godina medicinske sestre bile samo u bolnici, danas su uključene u različite razine zdravstvenog sustava; njihova uloga stoga više nije ograničena na bolnice i klinike. Sestrinstvo nije ograničeno na bolničko okruženje jer se od njega ili nje danas očekuje da ima ključnu ulogu u prevenciji i liječenju bolesti na različitim razinama zdravstvenog sustava. Ostvarenje tog cilja zahtijeva obrazovne programe

za medicinske sestre s fokusom na smanjenje čimbenika rizika od šećerne bolesti, praćenje i kontrolu razine šećera u krvi uz dijagnosticiranje, prevenciju i liječenje hipo i hiperglikemijskih stanja. Uzimajući u obzir činjenicu da se skrb koju pružaju medicinske sestre može pružiti u izvanbolničkom okruženju, ovaj pristup ne samo da bi smanjio broj bolničkih posjeta, već bi smanjio i izdatke, posebice za komplikacije šećerne bolesti (51).

Slično njihovim terapijskim potrebama, obrazovne potrebe dijabetičara razlikuju se od bolesnika do bolesnika i u različitim dobnim skupinama. Stoga mnoge skupine poput škole starije djece, tinejdžera, trudnica i starijih dijabetičara trebaju dodatnu obuku.

U studiji o školskoj djeci kojoj je nedavno dijagnosticiran ŠB, autori (52) su izvijestili da je oko 25% bilo ismijano od strane svojih kolega zbog njihove bolesti. Učenici su spomenuli da su ograničenja u unosu hrane, uzimanje redovitih obroka, kontinuirano praćenje šećera u krvi i injekcija inzulina među glavnim problemima o kojima ih je trebalo podučavati. Školske su medicinske sestre, dakle, najkvalificiraniji zdravstveni djelatnici u edukaciji djece s ŠB, njihovih roditelja i učitelja, s ciljem da školu pretvore u sigurno mjesto za tu djecu. Ove medicinske sestre također mogu pomoći učenicima dijabetičarima da upravljaju svojom bolešću kako bi mogli razviti potrebne socijalne vještine u školi. Drugim riječima, medicinske sestre u školi mogu podržati djecu oboljelu od ŠB, pružajući im sigurniju situaciju u kojoj bi naučili više bez ikakvih psiholoških i psihosomatskih problema (51). U suradnji s tim medicinskim sestrama, djeca mogu sudjelovati u više programa s manje ograničenja, prevladavajući osjećaj nejednakosti između dijabetičarske djece i njihovih zdravih vršnjaka. Te medicinske sestre, na primjer, mogu organizirati ručak i vrijeme za sport na način da dijete može normalno vježbati bez napadaja hipoglikemije, educirati učitelja o potrebnom tretmanu u vremenu koje dijete doživljava.

Hipoglikemijski napadaj, potreba za uzimanjem lagane hrane tijekom vježbanja, potreba za praćenjem šećera u krvi i ubrizgavanjem inzulina u određenim vremenskim intervalima je od velikog značaja (52,53). Zabilježeno je da povećanje broja medicinskih sestara i poboljšanje pristupa ustanovama za skrb o dijabetičarima zajedno s poboljšanjem odnosa između roditelja i školskog osoblja može donekle poboljšati kontrolu ŠB među djecom (54). Stoga bi roditelji trebali posjetiti školu na početku školske godine kako bi ne samo poboljšali takve odnose, već i kako bi školskom osoblju pružili potrebne terapijske informacije u tom smislu (27).

Obrazovne potrebe budućih majki s ŠB razlikuju se od djece. Te bi žene trebale naučiti ne samo o praćenju razine šećera u krvi kod kuće, već i o utjecaju ŠB na trudnoću, porod i nerođeno

dijete (54). Tinejdžeri s ŠB također bi trebali naučiti više o pubertetu i fiziološkim promjenama koje se događaju u tom razdoblju; kako bi mogli upravljati svojom bolešću bez narušavanja razvoja koji se primarno događa u to vrijeme. Studija je otkrila smanjenu metaboličku kontrolu kod tinejdžera s ŠB, stanje koje dovodi do rekurentne dijabetičke ketoacidoze (u nedostatku bilo kakvih kliničkih komplikacija) uglavnom sekundarno zbog izostavljanja inzulina (54). S druge strane, mnogi tinejdžeri, osobito djevojke, mogu se suočiti s problemima zbog njihove preokupacije slikom tijela i kontrolom težine. Gore navedene činjenice ukazuju na potrebu poučavanja tinejdžera o suočavanju i životu s ŠB. Što se tiče starijih osoba, oni bi trebali naučiti o pristupu hipo i hiperglikemijskim napadima zajedno s drugim općim temama u ovom području. Također su im potrebne specifične informacije o liječenju ŠB u kombinaciji s drugim pratećim popratnim bolestima kao što su problemi sa zubima, probavne smetnje, depresija i poremećaji kretanja (54). S obzirom da se iz gore navedenih činjenica može zaključiti da medicinske sestre mogu pomoći dijabetičarima u raznim situacijama, od kuće do škole i domova za starije i nemoćne osobe; drugim riječima, medicinske sestre imaju ključnu ulogu u prevenciji, liječenju i njezi različitih bolesti s ciljem promicanja zdravlja u društvu.

Stalni porast prevalencije ŠB širom svijeta predstavlja globalni zdravstveni izazov. Broj oboljelih od ŠB kontinuirano raste, što predstavlja značajan pritisak na zdravstvene sustave i zajednice širom svijeta. Uzrok ovog porasta povezan je s promjenama u načinu života, uključujući porast pretilosti, nedostatak tjelesne aktivnosti, nezdravu prehranu i starenje populacije. U ovom kontekstu, pretrage za otkrivanje i kontrolu ŠB postaju ključne. Rana dijagnoza omogućuje pravovremeno započinjanje terapije i upravljanje bolešću, što može spriječiti ili odgoditi nastanak komplikacija. Redovita praćenja razine glukoze u krvi, testovi tolerancije na glukozu, mjerenje hemoglobina A1c te pretrage kao što su ultrazvuk bubrega i oftalmološki pregledi važni su dijagnostički alati u otkrivanju ŠB i praćenju njegovog tijeka. Medicinska sestra ima ključnu ulogu u ovom segmentu zdravstvene skrbi. Kao dio multidisciplinarnog tima, medicinska sestra pruža podršku pacijentima u procesu dijagnoze i upravljanja ŠB. Ona provodi edukaciju pacijenata o rizicima, simptomima i upravljanju ŠB, pomaže im u razumijevanju rezultata pretraga te ih motivira za redovite preglede i samokontrolu. Također, medicinska sestra sudjeluje u izvođenju pretraga, pripremi pacijenata za iste te pruža emocionalnu podršku i savjete kako bi se smanjila anksioznost i poboljšalo poštivanje terapije. Kroz kontinuiranu skrb i praćenje, medicinska sestra pomaže pacijentima u postizanju i održavanju ciljeva liječenja te sprječava ili minimizira moguće komplikacije ŠB. Uz napore medicinske sestre i ostalih zdravstvenih stručnjaka te podršku javnih politika

usmjerenih na prevenciju i kontrolu ŠB, moguće je suzbiti ovaj globalni zdravstveni izazov i poboljšati kvalitetu života oboljelih od ŠB širom svijeta.

## 6. ZAKLJUČAK

Šećerna bolest predstavlja jednu od najvećih prijetnji suvremenom javnom zdravlju, s obzirom na sve veću prevalenciju diljem svijeta. Ova bolest, koja može dovesti do ozbiljnih akutnih i kroničnih komplikacija, zahtijeva posebnu pažnju u pogledu prevencije i ranog otkrivanja. Prevencija dijabetesa ključna je jer može smanjiti incidenciju novih slučajeva i ublažiti teret na zdravstveni sustav. Biokemijske pretrage igraju ključnu ulogu u dijagnosticiranju i praćenju šećerne bolesti. Mjerenje razine glukoze u krvi natašte jedan je od osnovnih testova za dijagnosticiranje dijabetesa. Kod zdravih osoba, razina glukoze natašte trebala bi biti ispod 5.6 mmol/L, dok se vrijednosti između 5.6 i 6.9 mmol/L smatraju preddijabetesom, a vrijednosti iznad 7.0 mmol/L ukazuju na dijabetes. OGTT se koristi za dodatnu potvrdu dijagnoze, osobito kod osoba s graničnim vrijednostima glukoze natašte. OGTT uključuje mjerenje glukoze dva sata nakon konzumacije 75 grama glukoze, a vrijednosti iznad 11.1 mmol/L ukazuju na dijabetes. Glikirani proteini, kao što je hemoglobin A1c (HbA1c), pružaju dugoročni pregled kontrole glukoze, jer odražavaju prosječnu razinu glukoze u krvi tijekom prethodna dva do tri mjeseca. Vrijednosti HbA1c iznad 6.5% (48 mmol/mol) ukazuju na dijabetes. Glukoza i ketoni u urinu također su korisni markeri, s time da prisutnost ketona može ukazivati na dijabetičku ketoacidozu, ozbiljno stanje koje zahtijeva hitnu intervenciju. Ostali testovi, poput mjerenja razine inzulina i C-peptida, mogu pružiti dodatne informacije o funkciji beta-stanica pankreasa i pomoći u razlikovanju tipa 1 i tipa 2 šećerne bolesti.

Samokontrola glukoze u krvi putem glukometra omogućuje pacijentima da redovito prate svoje razine glukoze, dok kontinuirano praćenje glukoze pruža detaljan uvid u varijacije glukoze tijekom dana i noći, omogućujući preciznije prilagođavanje terapije.

Medicinske sestre igraju temeljnu ulogu u dijagnostici, kontroli i liječenju dijabetesa. One su često prvi kontakt pacijenata sa zdravstvenim sustavom i ključne su za provođenje edukacije o važnosti samokontrole, prepoznavanju simptoma hipoglikemije i hiperglikemije te pravilnoj primjeni inzulina i drugih lijekova. Također, medicinske sestre educiraju pacijente kao i njihove obitelji o zdravoj prehrani, tjelesnoj aktivnosti i prevenciji komplikacija, čime značajno doprinose poboljšanju kvalitete života dijabetičara. Korištenjem biokemijskih pretraga, one mogu pravovremeno identificirati promjene u zdravstvenom stanju pacijenata i prilagoditi terapiju u suradnji s liječnicima, što je ključno za uspješno upravljanje dijabetesom.



U budućnosti, očekuje se daljnji porast broja oboljelih od šećerne bolesti, što naglašava potrebu za intenziviranjem preventivnih mjera i poboljšanjem dijagnostičkih postupaka. Rano otkrivanje i kontinuirano praćenje vrlo su važni za smanjenje rizika od komplikacija i unapređenje zdravstvenih rezultata, čineći edukaciju i podršku medicinskog osoblja nezamjenjivim dijelom borbe protiv ove rastuće epidemije.

## 7. LITERATURA

1. Sacks DB, Arnold M, Bakris GL, Bruns DE, Horvath AR, Lernmark Å, Metzger BE, Nathan DM, Kirkman MS. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clinical Chemistry*. 2023;69(8):808-868.
2. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. International Diabetes Federation [Internet]. 2021. Dostupno na: [https://diabetesatlas.org/idfawp/resourcefiles/2021/07/IDF\\_Atlas\\_10th\\_Edition\\_2021.pdf](https://diabetesatlas.org/idfawp/resourcefiles/2021/07/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf) (17.5.2024.)
3. National Diabetes Statistics Report. Diabetes [Online]. Dostupno na: <https://www.cdc.gov/diabetes/data/statistics-report/index.html> (17.5.2024.)
4. Hrvatski savez dijabetičkih udruga. Epidemiologija šećerne bolesti [Online]. 2022. Dostupno na: <https://www.dijabetes.hr/epidemiologija-secerne-bolesti/> (7.08.2024.)
5. HZZO. Nacionalni registar osoba sa šećernom bolešću CroDiab. Izvješće za 2021. Zagreb: HZZO; 2022.
6. HZJZ. Dijabetes [Online]. 2024. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevenција-nezaraznih-bolesti/odjel-za-koordinaciju-i-provođenje-programa-i-projekata-za-prevenciju-kronicnih-nezaraznih-bolest/dijabetes/> (17.5.2024.)
7. Poliklinika Artemeda. Šećerna bolest ili dijabetes [online]. Dostupno na: <https://artemeda.hr/secerna-bolest-ili-dijabetes/> (7.08.2024.)
8. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2020. *Diabetes Care*. 2020;43.
9. Livescience. Long-Sought 'Attack' Signal in Type 1 Diabetes Identified [online]. 2016. Dostupno na: <https://www.livescience.com/57323-autoimmune-trigger-in-type-1-diabetes-identified.html> (7.08.2024.)
10. University of Washington. Biochemistry [Online]. Dostupno na: <https://uw.pressbooks.pub/fmrbiochemistry/chapter/main-body-7/> (17.5.2024.)

11. Alam U, Asghar O, Azmi S, Malik RA. General aspects of diabetes mellitus. In: Zochodne DW, Malik RA, editors. *Diabetes and the Nervous System. Handbook of Clinical Neurology*. 3rd series, vol. 126. Amsterdam: Elsevier B.V.; 2014.
12. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2010;33.
13. Hemed. 173. Diabetes mellitus [Online]. Dostupno na: <https://hemed.hr/Default.aspx?sid=15661> (17.5.2024.)
14. Harris MI. Undiagnosed NIDDM: clinical and public health issues. *Diabetes Care*. 1993;16:642–52.
15. Nathan DM, Bennett PH, Crandall JP, Edelstein SL, Goldberg RB, Kahn SE, et al. Does diabetes prevention translate into reduced long-term vascular complications of diabetes? *Diabetologia*. 2019;62:1319–28.
16. Vrca Botica M, Katić Milošević I, Dodig Bravić I, Bekina K, Dejanović V, Zelić I, et al. Zašto oportunistički probir za preddijabetes i šećernu bolest u obiteljskoj medicini? Proces probira traži prilagodbe. *Hrvatski Časopis za javno zdravstvo*. 2016;12(45):21-27.
17. National Diabetes Data Group. Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. *Diabetes*. 1979;28:1039–57.
18. Nawaz A i sur. *Journal of Bioinformatics and Diabetes*. 2016;1(1):1-27.
19. Tao Z, Raffel RA, Souid AK, Goodisman J. Kinetic studies on enzyme-catalyzed reactions: oxidation of glucose, decomposition of hydrogen peroxide and their combination. *Biophysical Journal*. 2009; 8;96(7):2977-88.
20. Sonagra AD, Zubair M, Motiani A. *Hexokinase Method*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
21. Wei H, Lan F, He Q, Li H, Zhang F, Qin X, Li S. A comparison study between point-of-care testing systems and central laboratory for determining blood glucose in venous blood. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*. 2017;31(3).
22. Mathew TK, Zubair M, Tadi P. *Blood Glucose Monitoring*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.

23. Klinički zavod za laboratorijsku dijagnostiku. Kako se pripremiti za izvođenje oralnog testa opterećenja glukozom (oGTT) [online letak]. Dostupno na: <https://kbc-rijeka.hr/wp-content/uploads/2017/06/Kako-se-pripremiti-za-izvo%C4%91enje-oGTT-a.pdf> (7.08.2024).
24. Thorpe SR, Baynes JW. Role of the Maillard reaction in diabetes mellitus and diseases of aging. *Drugs Aging*. 1996;9(2):69-77.
25. Welsh KJ, Kirkman MS, Sacks DB. Role of Glycated Proteins in the Diagnosis and Management of Diabetes: Research Gaps and Future Directions. *Diabetes Care*. 2016;39(8):1299-1306.
26. Radin MS. Pitfalls in Hemoglobin A1c Measurement: When Results may be Misleading. *Journal of General Internal Medicine*. 2013, 388–394.
27. Sacks DB. Carbohydrates. In: Rifai N, Chiu R, Young I, Burnham C-A, Wittwer C, editors. *Tietz textbook of laboratory medicine*. 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2023.
28. Goldstein DE, Little RR, Lorenz RA, Malone JI, Nathan D, Peterson CM, Sacks DB. Tests of glycemia in diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27:1761–73.
29. Holger Fleischer. The Iodine Test for Reducing Sugars – A Safe, Quick and Easy Alternative to Copper(II) and Silver(I) Based Reagents. *World Journal of Chemical Education*. 2019; 7(2):45-52.
30. NCERT. Tests for carbohydrates fats and proteins [Online]. Dostupno na: <https://ncert.nic.in/pdf/publication/sciencelaboratorymanuals/classXII/chemistry/lelm111.pdf> (17.5.2024.)
31. Shaker G, Swift CJ. *Peroxidase-Coupled Glucose Method*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
32. Hasslacher C, Kulozik F, Platten I. Analytical Performance of Glucose Monitoring Systems at Different Blood Glucose Ranges and Analysis of Outliers in a Clinical Setting. *J. Diabetes Sci. Technol.*, 2014;8:466–472.
33. Pfützner A, Schipper C, Ramljak S, Flacke F, Sieber J, Forst T, Musholt PB. Evaluation of the effects of insufficient blood volume samples on the performance of blood glucose self-test meters. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2013;7:1522-1529.

34. Daves M, Cemin R, Fattor B, Cosio G, Salvagno GL, Rizza F, Lippi G. Evaluation of hematocrit bias on blood glucose measurement with six different portable glucose meters. *Biochemia Medica*. 2011;21:306–311.
35. Ramljak S, Lock JP, Schipper C, Musholt PB, Forst T, Lyon M, Pfützner A. Hematocrit Interference of Blood Glucose Meters for Patient Self-Measurement. *J. Journal of Diabetes Science and Technology*. 2013;1:179-189.
36. Zhu H, Zhu Y, Leung S-w. Is self-monitoring of blood glucose effective in improving glycaemic control in type 2 diabetes without insulin treatment: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2016;6.
37. Danne T i sur. International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care*. 2017;40:1631-1640.
38. Ajjan RA, Cummings MH, Jennings P, Leelarathna L, Rayman G, Wilmot EG. Accuracy of flash glucose monitoring and continuous glucose monitoring technologies: Implications for clinical practice. *Diabetes & Vascular Disease Research*. 2018;15:175–184.
19. Murray-Bachmann R, Leung TM, Myers AK, Murthi S, Sarbanes M, Ziskovich K, Lesser M, Poretsky L. Reliability of continuous glucose monitoring system in the inpatient setting. *Journal of Clinical & Translational Endocrinology*. 2021;25.
40. Boulton A. The Nurse and Diabetes Care [Online]. 2020. Dostupno na: <https://www.independentnurse.co.uk/content/blogs/the-nurse-and-diabetes-care/> (17.5.2024)
41. GBD 2021 Diabetes Collaborators. Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. 2023;402(10397):203-234.
42. Ali MK, Pearson-Stuttard J, Selvin E, Gregg EW. Interpreting global trends in type 2 diabetes complications and mortality. *Diabetologia*. 2022;65(1):3-13.
43. Price CP, St John A. The value proposition for point-of-care testing in healthcare: HbA1c for monitoring in diabetes management as an exemplar. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. 2019;79(5):298-304.
44. Hawthorne G, Gosden C. Survey of diabetes centres 2009. *Practical Diabetes International*. 2010;27:290-4.

45. Murphy HR, Howgate C, O'Keefe J, et al. Characteristics and outcomes of pregnant women with type 1 or type 2 diabetes: a 5-year national population-based cohort study. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2021;9(3):153-164.
46. Diabetes UK. State of the nation 2013 (december 2013) [Online]. Dostupno na: <https://www.diabetes.org.uk/professionals/position-statements-reports/healthcare-professional-staffing-competency/state-of-the-nation-2013> (17.5.2024.)
47. Sapra A, Bhandari P, Wilhite (Hughes) A. *Diabetes (Nursing)*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
48. Juul L, Maindal HT, Frydenberg M, Kristensen JK, Sandbaek A. Quality of Type 2 Diabetes Management in General Practice Is Associated with Involvement of General Practice Nurses. *Primary Care Diabetes*. 2012;6:221-228.
49. Li D, Elliott T, Klein G, Ur E, Tang TS. Diabetes Nurse Case Management in a Canadian Tertiary Care Setting: Results of a Randomized Controlled Trial. *Canadian Journal of Diabetes*. 2017;41:297-304.
50. Ohman-Strickl PA, Orzano J, Hudson L, Solberg L, Di Ciccio-Bloom B, O'Malley D. et al. Quality of Diabetes Care in Family Medicine Practices: Influence of Nurse-Practitioners and Physician's Assistants. *Annals of Family Medicine*. 2008; 6(1): 14- 21.
51. American Diabetes Association. Helping the students with diabetes succeed: a guide for school personnel. National Diabetes Education Program; 2003. A joint program of the National Institutes of Health and the Centers for Disease Control and Prevention. 2020.
52. Snock FJ. Psychological aspects of diabetes. Translated by Hakim Shoshtari M, Arzaghi SM. Tehran: Vista Publication; 2009.
53. Royal college of Nursing. Specialist and advanced children's and young people's nursing practice in contemporary health care: guidance for nurses and commissioners [Online]. 2017. Dostupno na: <https://www.rcn.org.uk/-/media/Royal-College-Of-Nursing/Documents/Publications/2014/June/PUB-004579.pdf> (7.08.2024.)
54. Ballas J, Moore TR, Ramos GA. Management of diabetes in pregnancy. *Current Diabetes Reports*. 2012;12(1):33-42.

## 8. OZNAKE I KRATICE

ADA – American diabetes association

CGM - Kontinuirano praćenje glukoze

GAD65: Glutaminska kiselina dekarboksilaza 65

GADAb: Glutaminska kiselina dekarboksilaza antitijela

GOD - Enzim glukoza oksidaza

GŠB – gestacijska šećerna bolest

HbA1c - Hemoglobin A1c

IA-2: Protein 2 povezan s inzulinom

IAA: Autoantitijela na inzulin

ICA: Antitijela na stanice otočiča

IG - Intolerancija glukoze

ITM - Indeks tjelesne mase

OGTT - oralni glukoza tolerans test

P - Vjerojatnost

PERM - Progresivni encefalomijelitis s krutošću i miohlonusom

PGN - Povišena vrijednosti glukoze natašte

POD - Peroksidaza

PreŠB -Predijabetes

SPS: Sindrom krutih osoba

SZO - Svjetska zdravstvena organizacija

ŠB – Šećerna bolest

ŠB1 – šéćerna bolest tipa 1

ŠB2 - šéćerna bolest tipa 2



## 9. SAŽETAK

Šećerna bolest predstavlja ozbiljan javnozdravstveni problem zbog svoje visoke prevalencije i potencijala za izazivanje brojnih komplikacija. Ovaj rad razmatra šećernu bolest, njene biokemijske osnove i vrste, epidemiologije, kliničku sliku, dijagnostiku i liječenje te važnost kontinuiranog praćenja i kontrole bolesti u cilju prevencije ovih komplikacija. Posebna pažnja posvećena je biokemijskim pretragama koje su ključne za dijagnostiku i praćenje šećerne bolesti. Razmatrane pretrage uključuju mjerenje razine glukoze u krvi natašte, oralni glukoza tolerancijski test (OGTT), glikirane proteine (HbA1c), te prisutnost glukoze i ketona u urinu. Također, naglašena je važnost samokontrole glukoze u krvi i kontinuiranog praćenja glukoze putem suvremenih tehnologija. Medicinske sestre igraju temeljnu ulogu u dijagnostici, kontroli i liječenju dijabetesa, kao i u edukaciji pacijenata i njihove okoline. One pružaju podršku u pravilnoj primjeni terapije, promoviraju zdrave životne navike i pomažu u prepoznavanju simptoma komplikacija, čime doprinose boljoj kvaliteti života oboljelih. Nužno je intenziviranje preventivnih mjera i unaprjeđenja dijagnostičkih postupaka da bi se umanjio teret bolesti na pojedince i zdravstveni sustav.

Ključne riječi: šećerna bolest, biokemijske pretrage, dijagnoza, kontrola, medicinska sestra

## **10. SUMMARY**

Diabetes mellitus represents a serious public health problem due to its high prevalence and potential for causing numerous complications. This paper considers diabetes, its biochemical basis and types, epidemiology, clinical picture, diagnosis and treatment and the importance of continuous monitoring and control of the disease in order to prevent these complications. Special attention is paid to biochemical tests, which are crucial for the diagnosis and monitoring of diabetes. Tests considered include fasting blood glucose levels, oral glucose tolerance test (OGTT), glycated proteins (HbA1c), and the presence of glucose and ketones in the urine. Also, the importance of self-monitoring of blood glucose and continuous monitoring of glucose through modern technologies was emphasized. Nurses play a key role in the diagnosis, control and treatment of diabetes, as well as in the education of patients and their environment. They provide support in the correct application of therapy, promote healthy lifestyle habits and help recognize symptoms of complications, thus contributing to a better quality of life for patients. It is necessary to intensify preventive measures and improve diagnostic procedures in order to reduce the burden of the disease on individuals and the healthcare system.

Key words: diabetes, biochemical tests, diagnosis, control, nurse

## IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>16.10.2024.</u>	MIRSA KOS GRUBIĆ	<i>Mirsa Kos Grubić</i>

U skladu s čl. 58, st. 5 Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, Veleučilište u Bjelovaru dužno je u roku od 30 dana od dana obrane završnog rada objaviti elektroničke inačice završnih radova studenata Veleučilišta u Bjelovaru u nacionalnom repozitoriju.

Suglasnost za pravo pristupa elektroničkoj inačici završnog rada u nacionalnom repozitoriju

MIRKA KOS GRUBIĆ  
ime i prezime studenta/ice

Dajem suglasnost da tekst mojeg završnog rada u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu bude pohranjen s pravom pristupa (zaokružiti jedno od ponuđenog):

- a) Rad javno dostupan
- b) Rad javno dostupan nakon \_\_\_\_\_ (upisati datum)
- c) Rad dostupan svim korisnicima iz sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- d) Rad dostupan samo korisnicima matične ustanove (Veleučilište u Bjelovaru)
- e) Rad nije dostupan

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 16. 10. 2024.

Mirka Kos Grubić  
potpis studenta/ice

