

# HIPERBARIČNA OKSIGENOTERAPIJA KOD DIJABETIČKOG STOPALA ILI KOMPLIKACIJA DIJABETESA: rad s istraživanjem

---

Adžamić, Tea

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:465717>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported](#)/[Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PRIJEDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ – SESTRINSTVO  
IZVANREDNI STUDIJ

Tea Adžamić

HIPERBARIČNA OKSIGENOTERAPIJA KOD DIJABETIČKOG STOPALA ILI  
KOMPLIKACIJA DIJABETESA: rad s istraživanjem

Završni rad

Rijeka, 2024

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
UNDERGRADUATE STUDY OF– PROFESSIONAL STUDY OF NURSING

Tea Adžamić  
HYPERBARIC OXYGEN THERAPY FOR THE DIABETIC FOOT OR  
COMPLICATIONS OF DIABETES: research

Final work/Final thesis

Rijeka, 2024.

Mentor rada: Emanuela Marcucci, univ. mag. med. techn.

Istraživački rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_,

pred povjerenstvom u sastavu:

1. Josip Brusić, univ.mag.med.techn
2. izv.prof.prim.dr.sc. Tanja Batinac, dr.med.
3. Emanuela Marcucci, univ.mag.med.techn.

Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada (provjera rada u programu Turnitin).



## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

Sastavnica	FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA
Studij	PRIJEDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ – SESTRINSTVO
Vrsta studentskog rada	Završni rad
Ime i prezime studenta	Tea Adžamić
JMBAG	0116041306

Podatci o radu studenta:

Naslov rada	HIPERBARIČNA OKSIGENOTERAPIJA KOD DIJABETIČKOG STOPALA ILI KOMPLIKACIJA DIJABETESA: rad s istraživanjem
Ime i prezime mentora	Emanuela Marcucci
Datum predaje rada	17.06.2024.
Identifikacijski br. podneska	2405673261
Datum provjere rada	20.06.2024.
Ime datoteke	Ad_ami_Zavr_ni_rad_ZR_PZDR_zadnja_verzija-literatura.docx
Veličina datoteke	414.6K
Broj znakova	65,706
Broj riječi	10,667
Broj stranica	49

Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	10
-----------------	----

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	20.06.2024.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/>
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Provjerom izvornosti rada Turnitin programom ustanovljena je podudarnost s dostupnim sadržajem u tek 10 %, stoga sam mišljenja da rad u potpunosti zadovoljava uvjete izvornosti.

Datum

20. lipnja, 2024.

Potpis mentora

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	5
POPIS KRATICA .....	7
SAŽETAK .....	9
ABSTRACT .....	10
<b>1.UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.Diabetes mellitus ili šećerna bolest .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Epidemiologija dijabetesa.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Simptomi dijabetesa.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Podjela dijabetesa.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Patofiziologija dijabetesa .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6. Dijagnoza dijabetesa .....</b>	<b>7</b>
<b>1.7. Liječenje dijabetesa.....</b>	<b>8</b>
<b>2.FARMAKOLOŠKE PREPORUKE .....</b>	<b>10</b>
<b>3.KOMPLIKACIJE DIJABETESA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Akutne komplikacije .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Kronične komplikacije.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1. Bolesti srca i krvnih žila.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.2. Dijabetička retinopatija .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.3. Dijabetička neuropatija .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.4. Dijabetička nefropatija .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.5. Problemi s kožom .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.6. Problemi s nogama .....</b>	<b>13</b>
<b>4.DIJABETIČKO STOPALO .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Klasifikacija dijabetičkog stopala .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. Liječenje dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa .....</b>	<b>16</b>
<b>5.HBOT I UTJECAJ HBOT-a NA DIJABETIČKO STOPALO I KOMPLIKACIJA DIJABETESA.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1. Što je HBOT i kako djeluje .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2. Višemjesne i jednomjesne komore .....</b>	<b>19</b>
<b>5.3. Prednosti primjene HBOT-a u liječenju dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa .</b>	<b>20</b>
<b>5.4. Primjena HBOT-a.....</b>	<b>20</b>
<b>6.CILJEVI I HIPOTEZE .....</b>	<b>22</b>
<b>6.1.Ciljevi .....</b>	<b>22</b>
<b>6.2.Hipoteze.....</b>	<b>22</b>
<b>7.ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE.....</b>	<b>23</b>

<b>7.1. Ispitanici/materijali.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2. Postupak i instrumentarij.....</b>	<b>23</b>
<b>8.REZULTATI .....</b>	<b>24</b>
<b>9.RASPRAVA .....</b>	<b>34</b>
<b>10.ZAKLJUČAK.....</b>	<b>36</b>
<b>11.LITERATURA.....</b>	<b>37</b>
<b>12.PRIVITCI .....</b>	<b>40</b>
<b>13.KRATAK ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA .....</b>	<b>42</b>

## **POPIS KRATICA**

AAFM - American Association of Foot Medicine

ATA - Standardna atmosfera (jedinica)

BMI - Body Mass Index

CDC - The Centers for Disease Control

CEZIH - Centralni zdravstveni informacijski sustav

CMS - Centers for Medicare & Medicaid Services

CroDiab - Hrvatski nacionalni registar osoba sa šećernom bolešću

DFS - Diabetic foot syndrome

DNK - Deoksiribonukleinska kiselina

GUK – glukoza u krvi

HBOT - Hiperbarična oksigenoterapija

HbA1c - test glikoziliranog hemoglobina

HZJZ - Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo

IDF - International Diabetes Federation

IBIS - Integracijski bolnički informacijski sustav

KBC – Klinički bolnički centar

LADA - latent autoimmune diabetes in adults

MODY - maturity-onset diabetes of the young

NDDG - The National Diabetes Data Group

OGTT - oralni test tolerancije glukoze

PEDIS - perfusion, extent/size, depth/tissue loss, infection and sensation

RTG – rendgen



SVM - Society for Vascular Medicine

SVS - Society for Vascular Surgery

TCPO2 - Transkutana oksimetrija

WIFI - Wound, Ischemia and foot Infection

WHO - World Health Organization

## SAŽETAK

Dijabetičko stopalo i komplikacije dijabetesa predstavljaju ozbiljan medicinski problem kod osoba s dijabetesom. Komplikacije se javljaju uslijed smanjenja cirkulacije i oštećenja živaca što može dovesti do pojave rana, ulkusa, infekcije i u težim slučajevima do amputacije stopala ili noge. U ovom radu istražena je primjenu hiperbarične oksinogene terapije kao dodatna metoda liječenja uz osnovnu, etiološku terapiju za liječenje dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa u u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u periodu od 1. 1. do 31. 12. 2022. godine. Cilj istraživanja i kliničke studije je analiza učinkovitosti hiperbarične oksinogene terapije kod dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa u poticanju zacjeljivanja rana, poboljšanju cirkulacije i smanjenju rizika od amputacije, ovisno o dobi i spolu, kako bismo razumjeli individualne varijacije u terapijskom odgovoru. Analizirali smo ishod liječenja bolesnika kako bi se identificirali čimbenici koji utječu na uspješnost terapije. Za postizanje cilja istraživanja korištena je medicinske dokumentacija zapisana u Integracijskom bolničkom informacijskom sustavu (IBIS) skupine bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa, koji su obrađivani u periodu od 1. 1. do 31. 12. 2022. godine u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu. Korištene su statističke metode kako bi se potvrdila povezanost između dobi, spola i ishoda terapije. Rezultati istraživanja su pokazali da hiperbarična oksigenoterapija ima značajan pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja pacijenata s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa. Rezultati istraživanja su da hiperbarična oksigenoterapija značajno utjecala na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa kod oba spola, a da razlika u poboljšanju između muškaraca i žena nije statistički značajna, S obzirom na učestalost pojavljivanja po dobnim skupinama, razlika u poboljšanju nije bila statistički značajna. Rezultati istraživanja naglašavaju važnost potrebe za individualiziranim pristupom i važnost kontinuiranog unaprjeđenja usluga zdravstvene skrbi kako bi se postigli optimalni terapijski rezultati.

Ključne riječi: dijabetes, dijabetičko stopalo, hiperbarična oksigenoterapija, hiperbarična komora

## **ABSTRACT**

Diabetic foot and diabetic complications are a serious medical problem in people with diabetes. Complications occur due to reduced circulation and nerve damage, which can lead to wounds, ulcers, infections and, in more severe cases, amputation of the foot or leg. In this paper, the application of hyperbaric oxygen therapy as an additional method of treatment in addition to the basic, etiological therapy for the treatment of diabetic foot and/or complications of diabetes was investigated in the Rijeka Clinical Hospital Center in the Department of Underwater and Hyperbaric Medicine in the period from 1.1 to 12.31. in 2022. The aim of the research and clinical study is to analyze the effectiveness of hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot and/or diabetic complications in promoting wound healing, improving circulation and reducing the risk of amputation, depending on age and sex, in order to understand individual variations in therapeutic response. We analyzed the outcome of patient treatment in order to identify factors that influence successful therapy. To achieve the goal of the research, the medical documentation recorded in the Integration Hospital Information System (IBIS) of a group of patients with a diagnosis of diabetic foot and/or complications of diabetes, who were processed in the period from January 1 to December 31, 2022, in the Clinical Hospital system. Center Rijeka in the Institute for Underwater and Hyperbaric Medicine. Statistical methods were used to confirm the association between age, gender and the outcome of therapy. The results of the research showed that hyperbaric oxygen therapy has a significant positive impact on the improvement of the condition of patients diagnosed with diabetes and/or complications of diabetes. The results of the research show that hyperbaric oxygen therapy had a significant effect on the improvement of the condition of patients diagnosed with diabetic foot and/or complications of diabetes in both sexes, and that the difference in improvement between men and women is not statistically significant, considering the frequency of occurrence in eligible groups, the difference in improvement was not statistically significant. The research results emphasize the importance of the need for an individualized approach and the importance of continuous improvement of health care services in order to achieve optimal therapeutic results.

Key words: diabetes, diabetic foot, hyperbaric oxygen therapy, hyperbaric chamber

## 1.UVOD

Dijabetes (diabetes mellitus) ili šećerna bolest je globalna zdravstvena epidemija koja pogađa milijune pojedinaca i značajno opterećuje zdravstveni sustav diljem svijeta. Među brojnim komplikacijama povezanim s dijabetesom, dijabetički ulkusi stopala (DFU) ističu se zbog svoje visoke prevalencije i ozbiljnog utjecaja na kvalitetu života bolesnika. DFU često dovode do produljenih hospitalizacija, znatnih troškova zdravstvene skrbi i, u teškim slučajevima, do amputacija donjih udova. Patofiziologija komplikacija dijabetičkog stopala uključuje složeno međudjelovanje neuropatije, ishemije i poremećenog cijeljenja rana, što učinkovito liječenje čini izazovnim (1).

Tradicionalni modaliteti liječenja DFU-a uključuju debridman, kontrolu infekcije, revaskularizaciju i razne strategije zbrinjavanja rana. Unatoč tim naporima, stope izlječenja i dalje su ispod optimalne, što potiče istraživanje dodatnih terapija za poboljšanje ishoda. Hiperbarična oksigenoterapija (HBOT) privukla je pažnju kao potencijalna terapijska opcija. HBOT uključuje udisanje čistog kisika u komori pod tlakom, značajno povećavajući količinu kisika otopljenog u krvi i time povećavajući dopremu kisika do hipoksičnih tkiva (1).

Predložene dobrobiti HBOT-e u kontekstu komplikacija dijabetičkog stopala su višestruke. Poboljšana oksigenacija može potaknuti angiogenezu, povećati sintezu kolagena i pokazati baktericidne učinke, a sve je to ključno za učinkovito zacjeljivanje rana. Nadalje, HBOT može modulirati upalne odgovore i smanjiti oksidativni stres, pridonoseći njegovom terapijskom potencijalu (1).

Unatoč teoretskim prednostima, klinička učinkovitost HBOT-a za dijabetičko stopalo i dalje je predmet istraživanja i rasprava u tijeku. Ovo istraživanje ima za cilj ispitati uspješnost liječenja HBOT kod dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa. Istražena je uspješnost ovisno o dobi, spolu i ishodu liječenja. Razjašnjavanjem uloge HBOT-a u njezi dijabetičkog stopala, ova studija doprinosi optimiziranju strategije liječenja s ciljem poboljšanja ishoda liječenja i smanjenjem tereta komplikacija dijabetičkog stopala. Kroz sveobuhvatan pregled postojeće literature i meta-analize kliničkih ispitivanja, ovo će istraživanje doprinijeti sve većem broju znanja o inovativnim terapijama za komplikacije povezane s dijabetesom.

## 1.1. Diabetes mellitus ili šećerna bolest

Dijabetes (diabetes mellitus) ili šećerna bolest je kronični metabolički poremećaj karakteriziran hiperglikemijom koja je posljedica poremećaja u lučenju inzulina, djelovanju inzulina ili oboje. Stanje je općenito klasificirano u dva glavna tipa: dijabetes tipa 1 (T1D) i dijabetes tipa 2 (T2D). Dijabetes tipa 1 je autoimuno stanje u kojem tjelesni imunološki sustav napada i uništava beta stanice gušterače koje proizvode inzulin, što dovodi do apsolutnog nedostatka inzulina. Dijabetes tipa 2, koji predstavlja većinu slučajeva dijabetesa, prvenstveno je povezan s inzulinskom rezistencijom i relativnim nedostatkom inzulina. Često se povezuje s genetskom predispozicijom, pretilošću i čimbenicima načina života (2).

Hrana koju unosimo pretvara se u glukozu koju naš organizam koristi za energiju. Gušterača proizvodi hormon inzulin koji služi za regulaciju glukoze u krvi. Inzulin djeluje tako da omogućava ulazak šećera u stanice i pretvara ga u energiju za organizam. Neiskorišteni šećer se uz pomoć inzulina skladišti u jetri i mišićima. Ako u tijelu nedostaje hormon inzulin, šećer se zadržava u krvi i ne uspijeva ući u stanice (3). Kada funkcija stanica gušterače koje proizvode inzulin prestane, tijelo gubi sposobnost regulacije razine šećera u krvi što dovodi do povišenih razina glukoze (4).

Kronična hiperglikemija kod šećerne bolesti povezana je s dugotrajnim oštećenjem, disfunkcijom i zatajenjem raznih organa, posebice očiju, bubrega, živaca, srca i krvnih žila. Komplikacije dijabetičkog stopala, kao glavni uzrok morbiditeta kod dijabetičara, rezultat su kombinacije periferne neuropatije, periferne arterijske bolesti i imunosupresije, što dovodi do čira, infekcija i potencijalno amputacija (5).

Učinkovito liječenje dijabetesa uključuje kombinaciju modifikacije načina života, farmakoterapije i redovitog praćenja razine glukoze u krvi. Tretmani u nastajanju i pomoćne terapije, kao što je hiperbarična terapija kisikom (HBOT), istražuju se kako bi se umanjile komplikacije i poboljšali ishodi njihovog liječenja.

## 1.2. Epidemiologija dijabetesa

Na službenoj stranici Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) iz podataka nacionalnog registara osoba sa šećernom bolešću (CroDiab registar) i Centralnog zdravstvenog informacijskog sustava (CEZIH) vidljivo je da je u RH u 2022. godini prijavljeno 388.213 osoba sa šećernom bolesti. Ranija istraživanja pokazuju da se povećao broj oboljelih od šećerne bolesti, te da samo 60% oboljelih ima postavljenu dijagnozu, što dovodi do procjene da je ukupan broj oboljelih blizu 500.000. Prema podacima HZJZ o umrlima, šećerna bolest je 4. vodeći uzrok smrti u Hrvatskoj u 2021. godini (5).

Šećerna bolest je kompleksna bolest koja može biti uzrokovana različitim čimbenicima. U Americi je 2011. godini Centar za kontrolu bolesti (The Centers for Disease Control, CDC) proveo istraživanje u kojem je utvrđeno da 79 milijuna Amerikanaca, odnosno 35% ljudi iznad dvadeset godina, ima poremećaj tolerancije glukoze. Iako mehanizmi iza ove bolesti nisu još potpuno razumljivi, prema mnogim istraživanjima faktori koji igraju ulogu u dijabetes tip 2 su genetski i epigenetski. Također možemo reći da su životni stil i okolišni faktori uzroci nastanka bolesti (6).

Mnoge studije potvrđuju da je pretilost jedan od okolišnih faktora koji uzrokuju dijabetes. Prehrambene navike igraju važnu ulogu u razvoju dijabetesa. Prekomjerna konzumacija visokokalorične hrane, posebno hrane s visokim udjelom šećera i zasićenih masti, može povećati rizik. Nedostatak konzumiranja voća, povrća i vlakana također može povećati rizik. U studiji provedenoj na zdravlju medicinskih sestara utvrđeno je da žene koje imaju indeks tjelesne mase (BMI) veći od 35 imaju 49% veću šansu za razvoj dijabetesa tip 2. Također studija provedena na skupini muškaraca u Americi dokazala je da rizik od dijabetesa imaju muškarci s BMI nižim vrijednostima. U mnogim studijama je dokazano da je sjedilački tip života jedan od glavnih uzroka u razvoju dijabetesa tip 2 (7).

Stres može također imati utjecaja na razvoj dijabetesa. Kronični stres može uzrokovati povećanje razine hormona stresa kao što je kortizol, što može utjecati na razinu glukoze u krvi i osjetljivost na inzulin. Istraživanja su pokazala da ljudi koji redovito doživljavaju stres imaju veći rizik od razvoja šećerne bolesti (7).

Najučestaliji uzrok za nastanak dijabetesa tip 2 je genetski uzrok. Studije su dokazale da osobe kojima roditelji imaju dijabetes tip 2 imaju 40% više rizika za razvoj bolesti. Tijekom proteklih tridesetak godina provedena su genetska istraživanja i utvrđena je povezanost 40

gena kao odgovornih za dijabetes tip 2 (Park, 2011.). Mnoga istraživanja su provedena kako bi se bolje razumjelo zašto ljudi razvijaju šećernu bolest (7).

U studiji koju je proveo Balkau B. s 801 dobrovoljnim sudionikom utvrđeno je da postoji poveznica između osjetljivosti na inzulin i sjedilačkog stila života. Gledanje televizije te aktivnosti poput igranja igrica, čitanja, pisanja ili vožnja autom svrstavaju se u sjedilački stil života. Taj stil života usporava metabolizam, a osobe koje žive ovim načinom manje su fizički aktivne i njihov BMI je u porastu. Nedostatak redovite tjelesne aktivnosti može dovesti do pretilosti i otpornosti na inzulin, što su faktori rizika za razvoj dijabetesa tipa 2. Nekolicina studija pokazuje da se rizik od dijabetesa tip 2 povećava sa starošću (8).

Studija provedena u Engleskoj od strane Zdravstvene ankete za Englesku (Health Survey for England, HSE, 2006.) prikazuje da najveći rizik imaju osobe od 65. do 74. godine. A ukupno je 15,7% ispitanika imalo dijabetes, dok je u istoj dobnoj skupini 10,4% žena imalo dijabetes. Studija Međunarodne dijabetičke federacije (International Diabetes Federation, IDF, 2017.) prikazuje da je više muškaraca s potvrđenom dijagnozom, nego žena. No uz spol bitan je i životni stil koji pokazuje da žene koje žive sjedilačkim načinom života su u većem riziku nego muškarci. Također muškarcima se stvara više masnog tkiva oko trupa, visceralnog masnog tkiva i masnog tkiva oko jetre dok žene imaju sklonost za stvaranjem masnog tkiva nogu. To bi isto mogao biti jedan od uzroka razlike u pojavi rizika među spolovima (9).

Na razlike između spolova također utjecaj može imati i socioekonomski status, nedostatak sna i drugi uzroci kao što su hipertenzija, pušenje i konzumacija alkohola. Navedeni faktori su samo neki od mnogih koji mogu povećati rizik za razvoj šećerne bolesti (7).

### **1.3. Simptomi dijabetesa**

Dijabetes (diabetes mellitus) karakterizira kronična hiperglikemija, koja može dovesti do niza simptoma zbog nemogućnosti tijela da učinkovito koristi i skladišti glukozu. Uobičajeni simptomi dijabetesa uključuju: poliuriju (pojačano mokrenje, osobito noću), polidipsiju (pretjerana žeđ), polifagiju (pojačana glad), umor, zamagljen vid, sporo zacjeljivanje rana (osobito na donjim ekstremitetima) i česte infekcije (povećana osjetljivost na infekcije, uključujući infekcije urinarnog trakta, gljivične infekcije i infekcije kože) (10).

U slučaju dijabetesa tipa 1, simptomi se mogu razviti brzo, često tijekom nekoliko tjedana. Nasuprot tome, simptomi dijabetesa tipa 2 mogu se razvijati sporije i mogu biti suptilni, ponekad ostajući nezapaženi godinama. Rano prepoznavanje i liječenje ovih simptoma ključni su za sprječavanje napredovanja bolesti i nastanka komplikacija (10).

### **1.4. Podjela dijabetesa**

Nacionalna organizacija za dijabetes (The National Diabetes Data Group, NDDG) je u lipnju 1979. godine donijela konsenzus dokument standardne definicije za dijabetes. Taj dokument je 1980. godine prihvaćen od strane svjetske zdravstvene organizacije (World Health Organization, WHO) (11).

Prema tome razlikujemo dva osnovna tipa podijele šećerne bolesti, dijabetes tipa 1 i dijabetes tipa 2. Dijabetes tip 1 karakterizira poremećaj gušterače u proizvodnji inzulina, odnosno tijelo ne proizvodi dovoljno inzulina (3).

Dijabetes tip 2 predstavlja poremećaj u kojem je učinak proizvedenog inzulina prisutan, ali smanjen. Ovo je oblik koji obično počinje s otpornošću na inzulin, a gušterača postupno smanjuje proizvodnju inzulina (3).

Postoji i gestacijski dijabetes. To je tip dijabetesa koji se javlja tijekom trudnoće. Najčešće u drugom ili trećem tromjesečju trudnoće i obično nestaje oko poroda. Bitan preduvjet za gestacijski dijabetes je da nije bilo šećerne bolesti izvan trudnoće (7).

Osim ovih glavnih tipova, postoje i drugi rijetki tipovi dijabetesa, kao što su MODY (maturity-onset diabetes of the young), LADA (latent autoimmune diabetes in adults) i dijabetes uzrokovan drugim medicinskim stanjima ili lijekovima.



## 1.5. Patofiziologija dijabetesa

Dijabetes tip 1 je karakteriziran autoimunim procesom destrukcije beta stanica u gušterači, što dovodi do apsolutne insuficijencije inzulina. Početak bolesti je vrlo izražen i razvija se u kratkom periodu od nekoliko dana do nekoliko tjedana, pri čemu se pojavljuju simptomi (11). Često se pronalaze nasljedne obiteljske poveznice sa šećernom bolesti, te s celijakijom (autoimunom bolesti crijeva) ili drugim endokrinim bolestima. Većina oboljelih ima druge autoimune bolesti kao što su Hashimoto sindrom te autoimuna bolest štitnjače (11).

Dijabetes tip 2 karakteriziran je inzulinskom rezistencijom i defektom izlučivanja inzulina u beta stanicama gušterače. Najčešća forma dijabetesa je tip 2 i povezuje se s obiteljskom poviješću, starijom populacijom, pretilošću i nedostatkom tjelovježbe. Češće se pojavljuje kod ženske populacije. Inzulinska rezistencija postepeno dovodi do poremećaja tolerancije glukoze. Poremećene beta stanice se iscrpljuju, dodatno potičući ciklus intolerancije na glukozu i hiperglikemije. Etiologija dijabetesa tipa 2 je kompleksna i vjerojatno genetski utemeljena, ali također ima snažne bihevioralne komponente, odnosno komponente u ponašanju (11).

Gestacijski dijabetes, koji se ne otkrije na vrijeme ili ne kontrolira, dovodi do povećanog rizika od opstetričkih i neonatalnih komplikacija, uključujući preeklampsiju, carski rez i makrosomiju (porođajna težina novorođenčeta iznad 4000 g). Žene kojima je dijagnosticirana bolest imaju veći rizik od hipertenzivnih poremećaja, povećane porođajne težine, makrosomije, neonatalne hipoglikemije, hiperbilirubinemije i drugih poremećaja ako se ne liječi. Rizikni faktori koji se uzimaju u obzir kod otkrivanja gestacijskog dijabetesa su etnička pripadnost s visokom prevalencijom dijabetesa (južni i istočni Azijati, Hispanoamerikanci, osobe crne rase i Indijanci, Aboridžini i stanovnici Torresovog tjesnaca te stanovnici Bliskog istoka), dob majke iznad 35 godina, obiteljska povijest dijabetesa (rođak u prvom koljenu s dijabetesom), pretilost (BMI iznad 30 kg/m<sup>2</sup>), prethodna makrosomija, sindrom policističnih jajnika te uporaba glukokortikoida i antipsihotika (12).

Šećerna bolest u konačnici može dovesti do funkcionalne onesposobljenosti. Hiperglikemija dovodi do sustavne upale koja je komponenta kompleksnog procesa koji rezultira invalidnošću. Jedan od razloga invalidnosti povezuje se s gubitkom kvalitete skeletnih mišića koji dovode do gubitka snage. Komplikacije koje se mogu razviti u šećernoj bolesti uključuju moždani udar, srčanu disfunkciju i perifernu neuropatiju, što također može dovesti do invaliditeta (13).

## 1.6. Dijagnoza dijabetesa

Dijagnoza dijabetesa se postavlja na temelju kombinacije kliničkih simptoma, laboratorijskih testova i procijene rizičnih faktora. Liječnik može postaviti sumnju na dijabetes na temelju simptoma kao što su povećana žeđ, često mokrenje, umor, gubitak težine i druge osobitosti povezane s povišenim razinama glukoze u krvi. Dijagnoza dijabetesa u Republici Hrvatskoj postavlja se prema kriterijima koje postavlja WHO i Američko udruženje za dijabetes (ADA).

Testovi glukoze u krvi (GUK) su laboratorijski testovi krvi koji utvrđuju razinu glukoze u krvi. Koristi se test GUK natašte, oralni test tolerancije glukoze (OGTT) ili test glikoziliranog hemoglobina (HbA1c) (2).

Test GUK natašte ima normalnu vrijednost manju od 5,6 mmol/L. Povećana glukoza u krvi je od 5,6 do 6,9 mmol/L. Kada je GUK natašte veći od 7,0 mmol/L postavlja se dijagnoza dijabetesa. Test GUK natašte potrebno je napraviti u jutarnjim satima dva dana za redom (2).

OGTT test se provodi tako da bolesnik mora biti natašte najmanje osam sati. Preporučuje se smanjenje tjelesne aktivnosti i zabrana unosa alkohola dan prije testa. Kada bolesnik dođe natašte uzima se uzorak krvi kako bi se izmjerila početna razina šećera u krvi. Nakon toga se pacijentu daje otopina glukoze koja sadrži određenu količinu šećera (oko 75 grama glukoze). Nakon što pacijent popije otopinu glukoze, uzorci krvi se uzorkuju svakih 30 minuta do 2 sata. Normalan rezultat OGTT-a je 7,8 mmol/L. OGTT za dijagnozu gestacijskog dijabetesa izvodi se između 24 i 28 tjedna trudnoće. Preporučuje se ženama koje nisu imale dijabetes. Granična vrijednost je 5,1 mmol/L nakon jednog sata i 8,5 mmol/L nakon dva sata (2).

HbA1c test se koristi za kontrolu razine glukoze u krvi osoba s dijabetesom. On daje prosječnu vrijednost razine glukoze u krvi tijekom protekla tri mjeseca, jer hemoglobin kao dio eritrocita u krvi postaje glikoziliran (vezan za glukozu) tijekom životnog vijeka krvnih stanica, što je otprilike 120 dana. Normalna vrijednost HbA1c je 5,7% (2).

Liječnik može naručiti dodatne testove kako bi procijenio funkciju gušterače i procijenio rizik od drugih medicinskih stanja povezanih s dijabetesom (2).

## 1.7. Liječenje dijabetesa

Prva opcija u liječenju dijabetesa je promjena životnog stila. Bihevioralne promjene su najvažniji dio suočavanja s dijabetesom. Vrlo je bitno uvesti svakodnevnu samokontrolu glukoze u krvi (GUK), tjelesne težine, prehrambenih navika i fizičke aktivnosti kako bi se postigla glikemijska kontrola (14). Bolesnik treba postaviti ciljeve i pratiti vlastite navike. Osobe koje su pretile trebaju uvesti niskokaloričnu dijetu i povećati fizičku aktivnost. Bilo bi dobro voditi dnevnik prehrane i aktivnosti.

Medicinska nutricionistička terapija za dijabetes preporučuje konzumaciju namirnica niske energetske vrijednosti zajedno sa što više vlakana u prehrani. To uključuje nemasne bjelančevine, voće i povrće te zdrave masti koje se nalaze u avokadu i orašastim plodovima (14). Prema randomiziranom ispitivanju dijeta s niskim udjelom ugljikohidrata, za pretilost se preporučuje ketogena dijeta koja se temelji na visokom unosu masti, umjerenom unosu proteina i vrlo niskom unosu ugljikohidrata, što utječe na smanjenje glukoze u krvi i poboljšava osjetljivost na inzulin (Gary D. Foster, Ph.D. i dr., 2003.). Koja god dijeta da se odabere, vrlo je bitno da se bolesnik kontinuirano pridržava plana prehrane. Redovita tjelesna aktivnost ima zdravstvene prednosti koje će dodatno poboljšati rezultate.

Farmakoterapija započinje kada promjena životnog stila prestane djelovati. Lijekovi za snižavanje glukoze moraju se uzimati dugoročno (14). Prema smjernicama Hrvatskog društva za dijabetes i bolesti metabolizma Hrvatskog liječničkog zbora iz 2011. godine, dijabetes tipa 1 liječi se injekcijama inzulina. Pumpa za inzulin je medicinski mehanički uređaj koji simulira prirodni tijek lučenja inzulina. Hibridni petlja sustav je sustav za isporuku inzulina, također poznat kao umjetna gušterača, rezultat je dugogodišnjeg istraživanja i razvoja u području medicinske tehnologije. Sastoji se od senzora za praćenje glukoze, inzulinske pumpe i algoritma koji automatski izračunava i dostavlja preporučenu razinu inzulina. Ovakav sustav predviđa buduće potrebe za inzulinom, automatizirano upravlja razinom glukoze u krvi i olakšava život osobama s dijabetesom (15).

U liječenju dijabetesa tipa 2 dostupan je sve veći broj farmakoloških sredstava. Hrvatsko društvo za dijabetes preporučuje smjernice Američkoga dijabetičkog društva. Smjernice su namijenjene liječnicima koji skrbe o osobama s dijabetesom tipa 2 u Republici Hrvatskoj. Ističe se da je individualan pristup svakoj oboljeloj osobi od velike važnosti. Preporučuje se održavanje ciljne vrijednosti glikoziliranog hemoglobina niže od 7%, te težnja strožim ciljnim vrijednostima od 6 do 6,5%. Osobama sklonima hipoglikemijama, starijim osobama ili oboljelima od mikro ili makrovaskularnih komplikacija koje traju dulje, preporučuje se

umjereno održavanje glikoziliranog hemoglobina od 7,5 do 8%. Glavni cilj u liječenju dijabetesa tipa 2 je održavanje i regulacija glikemije (15).

Farmakološki pripravci za dijabetes tipa 2 dijele se na  $\beta$ -citotropne lijekove, ne- $\beta$ -citotropne lijekove i inzulinske pripravke.  $\beta$ -citotropni lijekovi stimuliraju  $\beta$ -stanice na lučenje inzulina. Ne- $\beta$ -citotropni lijekovi imaju druge mehanizme djelovanja (bigvanidi, tiazolidindioni, inhibitori  $\alpha$ -glukozidaze i SGLT-2-inhibitori). Učinak lijeka ne ovisi samo o stimulaciji  $\beta$ -stanica na lučenje inzulina, nego i o stanju  $\beta$ -stanica u Langerhansovim otočićima gušterače.

Najčešći oralni hipoglikemici i neinzulinski lijekovi su metformin, derivati sulfonilureje i glinidi, tiazolidindioni, inhibitori  $\alpha$ -glukozidaze, inhibitori enzima dipeptidil-peptidaze 4, agonisti GLP-1 receptora i SGLT-2-inhibitori (15). Terapija inzulinom kod dijabetesa tipa 2 provodi se kada oralni i neinzulinski hipoglikemici ne postižu rezultate u regulaciji glikemije. Liječenje je moguće i u kombinaciji s oralnim hipoglikemicima, tako da se inzulin dozira prema bazalnoj shemi s jednom ili dvije injekcije dnevno ili uvođenjem prandijalnih inzulina 2 do 4 puta dnevno prije glavnih obroka. Inzulin se proizvodi DNK-tehnologijom gdje se dobije modificirani oblik humanog inzulina.

Inzulinski pripravci prema brzini djelovanja mogu biti brzo djelujući, srednje djelujući i dugodjelujući (15). Brzodjelujući postoji kao humani inzulin i kao pripravak inzulinskih analoga. Humani inzulin djeluje nakon pola sata i traje 7 do 8 sati, dok pripravci inzulinskih analoga brže djeluju i kraće traju (15). Srednjedjelujući inzulin koristi se dva puta dnevno u obliku suspenzije i koristi se kao bazični inzulin. On je kombinacija suspenzije inzulina s proteinom protaminom i cinkovim ionima. Djeluje nakon sat i pol nakon primjene i traje od 18 do 20 sati (15). Dugodjelujući inzulini se također koriste kao bazični pripravci zbog dugotrajnog djelovanja. On se aplicira u potkožno tkivo jedanput dnevno. Kiseli medij (pH 4) u injekciji omogućava topljivost inzulina, neutralizira se nakon aplikacije, nakon čega se stvaraju mikroprecipitate koji otpuštaju inzulin glargin i osiguravaju koncentraciju lijeka kroz određeno vrijeme, što produžuje djelovanje na 36 sati (15).

## 2.FARMAKOLOŠKE PREPORUKE

Farmakološke preporuke prema Hrvatskom društvu za dijabetes i bolesti metabolizma Hrvatskog liječničkog zbora, 2011.:

1. Metformin je prvi izbor u liječenju šećerne bolesti tipa 2, osim ako postoji kontraindikacija ili se ne podnosi dobro.

2. Primjena metformina u produženom oslobađanju ako se standardna formulacija ne podnosi dobro.

3. Ako se nakon 3 mjeseca liječenja metforminom ne postigne ciljna razina glikoliziranog hemoglobina, dodaje se drugi oralni hipoglikemijski lijek, agonista GLP-1 receptora ili inzulina.

4. Terapija se prilagođava prema potrebama i mogućnostima bolesnika, uzimajući u obzir učinkovitost, komorbiditete, cijenu, utjecaj na tjelesnu masu i rizik od hipoglikemije.

5. Uvođenje inzulinske terapije kod bolesnika s visokim vrijednostima glikemije ili glikiranog hemoglobina ( $HbA1c \geq 10\%$ ) kod novo dijagnosticirane šećerne bolesti tipa 2.

6. Primjena bazalnog inzulina kod bolesnika koji ne postižu ciljnu razinu glikemije uz oralne hipoglikemijske lijekove u punoj dozi.

7. Intenziviranje terapije inzulinom dodavanjem brzo djelujućih inzulinskih analoga pacijentima s normalnom razinom glukoze natašte, ali visokim vrijednostima glikoliziranog hemoglobina.

8. Uvođenje agonista GLP-1 receptora u terapiju kod pacijenata s prekomjernom tjelesnom masom koji ne postižu ciljnu razinu glikemije uz oralne hipoglikemijske lijekove ili u kombinaciji s bazalnim inzulinom.

9. Intenziviranje inzulinske terapiju primjenom bazalno-bolusnog režima liječenja kod bolesnika koji ne postižu ciljnu razinu glikemije kombinacijom bazalnog inzulina i inzulina prije obroka ili oralnih lijekova (15).

### **3.KOMPLIKACIJE DIJABETESA**

Neprekidan poremećaj tolerancije glukoze može napredovati u šećernu bolest, poznatu kao dijabetes, s ozbiljnim posljedicama ako se ne liječi. Osobe s dijabetesom suočavaju se s raznovrsnim komplikacijama koje mogu imati ozbiljne posljedice, pa čak i dovesti do smrti. Redoviti medicinski nadzor, adekvatno liječenje i zdrav način života ključni su za smanjenje rizika od tih komplikacija. Među istraženim posljedicama dijabetesa su dijabetičke očne bolesti, Alzheimerova bolest, depresija, gubitak osjeta okusa, kardiovaskularne bolesti, poremećaji bubrega, seksualna disfunkcija, dijabetička neuropatija, kožni poremećaji, pa čak i rak gušterače (16).

Komplikacije dijabetesa u osnovi se mogu podijeliti na dvije vrste i to mikrovaskularne i makrovaskularne. Makrovaskularne komplikacije uključuju bolesti perifernih arterija, kardiovaskularne bolesti i moždani udar, dok se mikrovaskularne komplikacije odnose na nefropatiju, neuropatiju i retinopatiju. Važno je napomenuti da dijabetes može dovesti do niza akutnih i kroničnih zdravstvenih problema (16).

#### **3.1. Akutne komplikacije**

##### **Hipoglikemija**

Opasno niska razina šećera u krvi koja može dovesti do gubitka svijesti, konvulzija ili čak smrti ako se ne liječi odmah (16).

##### **Ketoacidoza**

Stanje koje se javlja kada tijelo proizvodi previše ketonskih tijela zbog nedostatka inzulina, što može dovesti do ozbiljnih komplikacija poput kome ili smrti (16).

##### **Hiperglikemija**

Visoka razina šećera u krvi koja može dovesti do simptoma poput pojačane žeđi, čestog mokrenja i umora. Hiperglikemija i upala može izazvati oštećenje DNK, povećati stvaranje reaktivnih kisikovih molekula i smanjiti ekspresiju antioksidansa što se povezuje s razvojem raka (16).

## **3.2. Kronične komplikacije**

### **3.2.1. Bolesti srca i krvnih žila**

Kardiovaskularne bolesti su vodeći uzrok smrti i invaliditeta šećernih bolesnika. Jedan od najznačajnijih utjecaja dijabetesa na tijelo je oštećenje krvnih žila, poznato kao angiopatija. Dugotrajno povišene razine glukoze u krvi oštećuju male i velike krvne žile, što povećava rizik od srčanih bolesti, moždanog udara, problema s cirkulacijom, teške boli u nogama i stopalima, te oštećenja očiju. Također uzrokuje široki spektar komorbiditeta kao što su kognitivni pad, afektivne poremećaje, opstruktivnu apneju za vrijeme spavanja, te povezanost između dijabetesa i infekcije. Dodatni čimbenici rizika su spol, dob, razina glukoze i razina HbA<sub>1c</sub>, razina krvnog tlaka i status pušenja (16).

Periferna vaskularna bolest je rezultat zadebljanje arterija koja uključuje perifernu arterijsku bolest, bolest koronarnih arterija i cerebrovaskularnu bolest. Zbog ateroskleroze dolazi do sužavanja lumena vanjskih arterija donjih ekstremiteta što može dovesti do amputacije ekstremiteta pa i smrti (16).

### **3.2.2. Dijabetička retinopatija**

Dijabetička retinopatija je progresivno oštećenje krvnih žila u mrežnici povezana s razinama HbA<sub>1c</sub> u krvi, upotrebom inzulina, proteinurijom, krvnim tlakom i genetskom predispozicijom. Takva oštećenja dovode do krvarenja, odvajanja mrežnice i u konačnici do sljepoće. Postoji lakši oblik, karakteriziran oslabljenim krvnim žilama oka, i teži kod kojeg dolazi do rasta novih krhkih žila u mrežnici sa stvaranjem staklenog tijela u oku. Postoji i zaseban oblik kod kojeg se izravno oštećuje makula oka stvarajući makularni edem (16).

### **3.2.3. Dijabetička neuropatija**

Dijabetička neuropatija je komplikacija šećerne bolesti koji vodi do oštećenja živaca osobito perifernih koji inerviraju donje udove. Dijabetička neuropatija povezana je s razinom HbA<sub>1c</sub>, hipertenzijom, pušačkim statusom i genetskom predispozicijom. Posljedice

neuropatije su pojačana bol, smanjena kvaliteta života, sklonost ulceracijama stopala te povećan rizik za amputacijom donjih ekstremiteta (16).

### **3.2.4. Dijabetička nefropatija**

Visoka razina glukoze u krvi može također imati negativan utjecaj na vitalne organe kao što su bubrezi. Dijabetička nefropatija je poremećaj bubrega koji nastupa progresivno, očituje se smanjenom funkcijom bubrega zbog hiperglikemije uz pojavu povećane albuminurije. Smanjena funkcija bubrega posljedica je čimbenika neovisno ili izravno povezanih s dijabetesom, kao što su hipertenzija, pretilost i dislipidemija. Dolazi do oštećenja bubrega koji vode do zatajenja bubrega ili potrebe za transplantacijom bubrega (16).

### **3.2.5. Problemi s kožom**

Dijabetes povećava rizik od infekcija kože, suhoće kože, ulkusa i drugih problema. Povišene razine glukoze u krvi stvaraju povoljno okruženje za bakterije i gljivice, što može povećati osjetljivost na infekcije (7).

### **3.2.6. Problemi s nogama**

Dijabetes može uzrokovati lošu cirkulaciju i smanjenu osjetljivost u nogama, što povećava rizik od infekcija, ulkusa i amputacija. Dijabetička neuropatija uzrokuje gubitak osjeta kao što su bol i temperatura, što otežava prepoznavanje pojave bula, ogrebotina i oštećenja kod probadanja tkiva sa stranim tijelom. Takvo tkivo je podložno širenju mikroorganizama na susjedna unutarnja i dublja tkiva, što može dovesti i do razvoja osteomijelitisa. Infekcije dijabetičkih rana klasificiraju se kao blage, teške i umjerene ovisno o veličini i težini infekcije i komorbiditetu (7).



## **4. DIJABETIČKO STOPALO**

Dijabetičko stopalo je prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (SZO) ozbiljna komplikacija dijabetesa koja se karakterizira ulceracijom stopala, uključujući i gležanj, te je povezana s neuropatijom i različitim stupnjevima ishemije i infekcije. To je česta i opasna komplikacija koja može rezultirati onesposobljenošću, invaliditetom, smanjenjem učinkovitosti terapije i povećanom smrtnošću kod osoba s dijabetesom. Visoka razina šećera u krvi može uzrokovati oštećenje živaca, osobito u donjim ekstremitetima, što dovodi do gubitka osjetljivosti na bol, toplinu i hladnoću u stopalima. To može dovesti do smanjene svijesti o ozljedama, čirevima ili drugim problemima na stopalima. Osim toga, dijabetes može uzrokovati oštećenje krvnih žila i smanjenje protoka krvi u nogama i stopalima, što zajedno s neuropatijom povećava rizik od ozbiljnih problema s ranama, ulkusima i infekcijama koje mogu dovesti do amputacije ako se ne liječe ili kontroliraju pravilno. Standardizirane kliničke dijagnoze i tretmani ključni su za upravljanje dijabetičkim stopalom (17).

Dijabetičko stopalo predstavlja značajnu komplikaciju kod 25% osoba s dijabetesom, pri čemu 85% tih slučajeva završi amputacijom. Prevalencija ulkusa dijabetičkog stopala iznosi 5 do 10%, s godišnjom incidencijom od 1 do 4%. U Kini je dijabetičko stopalo najčešći uzrok hospitalizacije osoba s dijabetesom, s incidencijom od 4,1%. Oporavak i boravak u bolnici su dulji i skuplji za pacijente s dijabetičkim stopalom. Procjenjuje se da dijabetičko stopalo čini oko 20% ukupnih medicinskih troškova povezanih s dijabetesom (18).

Rizični čimbenici uključuju dugotrajni, loše kontrolirani dijabetes, pušenje, visoki krvni tlak, visoki kolesterol, pretilost, nedostatak fizičke aktivnosti, neuropatiju, deformacije stopala, žuljeve, kurje oči i bubrežne bolesti. Potrebno je pažljivo liječenje kako bi se spriječile ozbiljne komplikacije, uključujući redovite preglede stopala, pravilnu njegu rana, kontrolu šećera u krvi te praćenje promjena osjetljivosti i cirkulacije u nogama (18).

### **4.1. Klasifikacija dijabetičkog stopala**

Transkutana oksimetrija je postupak koji se koristi za procjenu perfuzije tkiva, odnosno opskrbe tkiva kisikom, putem mjerenja parcijalnog tlaka kisika (pO<sub>2</sub>) kroz kožu. Ovaj postupak omogućuje neinvazivno praćenje razine kisika u tkivima ispod kože.

U klasifikaciji dijabetičkog stopala, transkutana oksimetrija pruža važne informacije o stanju tkiva i perfuziji, što doprinosi boljoj procjeni ozbiljnosti stanja i odabiru odgovarajuće terapije, čime se smanjuje rizik od komplikacija i poboljšava ishod liječenja. (19).

Kako bi predvidjeli pojavu dijabetičkog stopala i kako bismo izabrali uspješan tretman važno je napraviti klasifikaciju dijabetičkog stopala. Dijabetičko stopalo klasificira se prema različitim sustavima klasifikacije, koji pomažu u procjeni rizika, planiranju liječenja i praćenju ishoda terapije. Najčešće korišteni sustavi uključuju su:

1. Wagnerova klasifikacija se temelji na dubini i ozbiljnosti ulkusa te prisutnosti gangrene:

- Stupanj 0: Intaktna koža, ali rizik od ulkusa (npr. deformacije stopala).
- Stupanj 1: Površinski ulkus koji zahvaća epidermis ili dermis.
- Stupanj 2: Dublji ulkus koji prodire do tetiva, kostiju ili zglobova.
- Stupanj 3: Duboki ulkus s prisutnošću apscesa, osteomijelitisa ili septičkog artritisa.
- Stupanj 4: Lokalizirana gangrena prstiju ili dijela stopala.
- Stupanj 5: Ekstenzivna gangrena cijelog stopala ili dijela potkoljenice.

2. Texas klasifikacija uzima u obzir dubinu ulkusa i prisutnost infekcije ili ishemije:

- Stupanj 0: Predulkus, intaktna koža.
- Stupanj 1: Površinski ulkus.
- Stupanj 2: Dublji ulkus koji zahvaća tetive i zglobove.
- Stupanj 3: Duboki ulkus s komplikacijama kao što su osteomijelitis ili apsces.
- A: Bez infekcije i ishemije.
- B: S infekcijom.
- C: S ishemijom.
- D: S infekcijom i ishemijom.

3. PEDIS klasifikacija se koristi za procjenu ulkusa temeljenog na četiri kriterija: perfuzija, veličina (eng. extent), dubina, infekcija i osjet (eng. sensation):

- Perfuzija (P): Ocjenjuje se protok krvi u zahvaćenom području.
- Veličina (E): Mjeri se područje i dubina ulkusa.
- Dubina (D): Procjenjuje se dubina ulkusa i zahvaćanje dubokih struktura.

- Infekcija (I): Procjenjuje se prisutnost infekcije.
- Osjet (S): Procjenjuje se osjetljivost na dodir i bol.

Ove klasifikacije omogućuju standardiziranu procjenu stanja pacijenata, pomažu u planiranju odgovarajućeg liječenja i praćenju napretka terapije. Pravilna klasifikacija dijabetičkog stopala ključna je za smanjenje rizika od komplikacija i amputacija te poboljšanje ishoda za pacijente s dijabetesom (17).

## **4.2. Liječenje dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa**

Liječenje dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa je složen društveni izazov s ciljem sprječavanja smrtnosti, dugotrajnih hospitalizacija, amputacija i visokih troškova (20). Kada preventivne mjere ne uspiju i razvije se sindrom dijabetičkog stopala, ključno je odmah započeti s odgovarajućim liječenjem (21).

Osnovna njega rane fokusira se na održavanje tkiva, smanjenje veličine rane i poticanje zacjeljivanja, uz poštivanje higijene i pravilnog previjanja. Ovaj proces obuhvaća niz koraka i postupaka usmjerenih na pravilno zacjeljivanje rane i prevenciju infekcije od čišćenja preko debridmana do eventualne upotrebe antibiotika. Kontrola boli je također važna komponenta u njezi rane kako bi se osiguralo udobno iskustvo pacijenta tijekom procesa zacjeljivanja. Pacijent treba biti educiran o pravilnoj njezi rane kod kuće, uključujući promjenu zavoja, higijenu ruku i mjere za sprečavanje infekcije. Ova osnovna njega rane ključna je u osiguravanju brzog i učinkovitog zacjeljivanja, sprječavanju komplikacija i osiguravanju optimalnog ishoda liječenja dijabetičkog stopala i povezanih komplikacija dijabetesa. Dodatno se naglašava važnost metaboličke kontrole glukoze, prestanak pušenja i smanjenja tjelesne težine (21).

Svakodnevno provjeravanje stopala pomaže u otkrivanju rana i promjena, a održavanje čistoće i suhoće stopala ključno je za prevenciju razvoja problema. Odabir udobne obuće koja sprječava pritisak i podržava stopalo također je važan (21).

Ako debridman i antibiotici ne daju željene rezultate, razmatraju se druge terapijske opcije poput operacija, HBOT, terapija negativnim tlakom, nadomještanje kože ili upotreba faktora rasta (21).

Jedna od načina tretiranja rana je transkutana električna stimulacija živaca (TENS), neinvazivna primjena električne stimulacije za liječenje kroničnih rana. TENS je bezbolan i

povećava lokalnu temperaturu rane te sam protok krvi u rani. TENS utječe na epitelizaciju rane, njenu kontrakciju i poboljšava angiogenezu i proliferaciju fibroblasti (21).

Obloge s nano materijalima predstavljaju inovativan pristup u tretiranju dijabetičkih rana. Nano čestice potiču zacjeljivanje isporukom bioaktivnih molekula uključujući kisik, metalne ione i dušikov oksid, najčešće uključuju metalne i nemetalne nano materijale. Nano materijali djeluju na angiogenezu, stimuliraju regeneraciju stanica i epitelizaciju kože (22).

## **5.HBOT I UTJECAJ HBOT-a NA DIJABETIČKO STOPALO I KOMPLIKACIJA DIJABETESA**

### **5.1. Što je HBOT i kako djeluje**

HBOT je neinvazivna terapija koja se koristi za različite indikacije uglavnom povezane s nedostatkom kisika, kao što su dekompresijska bolest, zračna embolija, radijacijske ozljede te rane koje teško zacjeljuju. Tijekom hiperbarične oksigenoterapije bolesnik udiše kisik, povećava se tlak okoline, što omogućuje otapanje kisika u plazmi te njegovo dostavljanje i u područja s nedostatnom cirkulacijom (22).



Slika 1. Zavod za hiperbaričnu i podvodnu medicinu, KBC Rijeka

Primijećene su brojne pozitivne fiziološke promjene nakon terapije hiperbaričnim kisikom (HBOT), uključujući poboljšanu angiogenezu, stvaranje kolagena te smanjenje edema i aktivnosti leukocita. HBOT povećava razinu kisika u tkivima, potičući brže zacjeljivanje rana čime doprinosi sprječavanju daljnjih amputacija (23).

Tijekom HBOT, otopljeni kisik u plazmi dostavlja se u sva tkiva, neovisno o hemoglobinu. Tijekom tretmana za rane, tlak se povećava na 2 do 2,5 ATA, što može povećava otopljeni kisik u plazmi. To stvara povoljan gradijent za difuziju kisika iz funkcionalnih kapilara do ishemijskog tkiva, smanjujući edem i upalu. HBOT pokazuje dobre rezultate kod stanja u kojima je oporavak tkiva ugrožen zbog nedostatne opskrbe kisikom, a vaskularna mreža je djelomično oštećena. Terapija potiče stvaranje fibroblasta, povećava stvaranje novih krvnih žila, umrežavanje kolagena te djeluje antimikrobno na bakterije i mikroorganizme (24).

HBOT koristi 100% kisik pri tlaku od 2 do 2,5 ATA, a trajanje tretmana varira od 45 do 120 minuta. Za akutne probleme obično su dovoljna 1 do 2 tretmana, dok kronična stanja mogu zahtijevati i do 30 ili više tretmana (25).



Slika 2. Zavod za hiperbaričnu i podvodnu medicinu, KBC Rijeka

## 5.2. Višemjesne i jednomjesne komore

Komore mogu biti jednomjesne ili višemjesne. Jednomjesne komore su namijenjene samo za jednu osobu. Dizajnirane su tako da bolesnik direktno udiše 100% kisik. Višemjesne komore su namijenjene za više osoba i dizajnirane tako da bolesnici udišu 100% kisik s pomoću maske (26).

Bolesnik u jednomjesnoj komori je na nosilima i komora može postići maksimalno 3 ATA. Prednosti jednomjesne komore su to što bolesnik ima veću privatnost, što su troškovi manji i prikladna je za individualno liječenje.

Višemjesne komore imaju kapacitet za više osoba. Višemjesna komora ima složeniji sustav koji se kontrolira kontrolnom pločom. Pomoću kontrolne ploče nadziru se plinovi, vlažnost i temperatura te se obavlja nadzor. Prednost joj je što istovremeno može liječiti više osoba (27).



Slika 3. Suvremena višemjesna barkomora

### **5.3. Prednosti primjene HBOT-a u liječenju dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa**

Hiperbarična oksigenoterapija predstavlja važan terapijski pristup u liječenju dijabetičkog stopala i komplikacija dijabetesa. Ovaj tretman donosi niz prednosti koje mogu značajno poboljšati ishod liječenja i kvalitetu života pacijenata.

Jedna od ključnih prednosti HBOT-a je njegova sposobnost poticanja angiogeneze, odnosno rasta novih krvnih žila. To poboljšava dotok krvi u oštećena tkiva, pružajući im potrebni kisik i hranjive tvari za zacjeljivanje rana. Osim toga, HBOT potiče stvaranje kolagena, što jača strukturu tkiva i olakšava proces zacjeljivanja.

HBOT također smanjuje edem i upalu u oštećenim područjima, što može ublažiti bol i poboljšati mobilnost pacijenata. Njegovo antimikrobno djelovanje pomaže u suzbijanju infekcija, čime se smanjuje rizik od daljnjih komplikacija.

Jedna od najvažnijih prednosti HBOT-a je njegova sposobnost smanjenja potrebe za amputacijom kod osoba s dijabetičkim stopalom. Poboljšano zacjeljivanje rana i sprječavanje daljnjih komplikacija mogu sačuvati udove i omogućiti pacijentima bolji kvalitet života.

HBOT se primjenjuje pod strogim medicinskim nadzorom, obično u trajanju od 45 do 120 minuta, pri tlaku od 2 do 2,5 ATA. Za akutne probleme, može biti dovoljno samo nekoliko tretmana, dok kronična stanja mogu zahtijevati duže trajanje terapije.

Uz sve prednosti HBOT-a, važno je naglasiti da se treba koristiti kao dio sveobuhvatnog pristupa liječenju dijabetičkog stopala, uz ostale terapijske modalitete i redovite preglede kod stručnog medicinskog osoblja (28).

### **5.4. Primjena HBOT-a**

HBOT je terapijski postupak koji uključuje udisanje 100% kisika pod povišenim tlakom u kontroliranom okruženju barokomore. Kisik igra ključnu ulogu u ljudskim stanicama putem aerobnog disanja u mitohondrijima te je esencijalni nutrijent. Kada se kisik unese u krvotok, veže se za hemoglobin u crvenim krvnim stanicama i raspoređuje se u tkivima kroz mikrocirkulaciju, podupirući vitalne funkcije stanica (29).

HBOT se koristi u različite svrhe i ima širok spektar indikacija. Indikacije za HBOT su dekompresijska bolest, plinska embolija, traumatska ishemija, gluhoća osteonekroza, paralitički ileus te razne bakterijske infekcije i bolesti poput ulceroznog kolitisa i Mb. Crohna. Osim toga, HBOT se koristi i za liječenje dijabetičkog stopala, trovanja ugljičnim

monoksidom, teške anemije te drugih stanja. Terapija se provodi u barokomori, a bolesnici udišu kisik putem maski. Tijekom terapije, atmosferski tlak se povećava, što povećava koncentraciju kisika u tijelu i potiče regeneraciju tkiva, ublažava upalu te potiče zacjeljivanje rana. Tretmani se obično provode u serijama, a trajanje i broj tretmana prilagođavaju se specifičnoj dijagnozi i potrebama bolesnika. Iako HBOT ima mnoge koristi, mogu se pojaviti i nuspojave poput problema s ušima, glavobolja, zamagljenog vida, umora i promjena tlaka u ušima. Važno je da terapiju nadzire stručno medicinsko osoblje koje je prošlo odgovarajuću edukaciju za HBOT kako bi se osigurala sigurnost i učinkovitost tretmana. Sveukupno HBOT pruža dodatnu podršku u liječenju raznih bolesti i stanja te može poboljšati opće zdravstveno stanje bolesnika (29).

Indikacije za HBOT prema službenim stranicama Zavoda za podvodnu hiperbaričnu medicinu mogu se podijeliti u tri grupe. Indikacije I. vrste su dekompresijska bolest, akutno otrovanje (CO ili CO Hb > 20%, cijanidima, pesticidima, nitritima, CCl<sub>4</sub>), plinska (zračna) embolija, plinska gangrena (klostridijska infekcija), akutne traumatske ishemije, iznenadna gluhoća, disbarična osteonekroza, Bellova pareza, kronični refraktorni osteomijelitis (30).

Indikacije II. vrste su dijabetičko stopalo i dijabetička gangrene, anemija zbog akutnog teškog iskrvarenja, nekrotizirajuće i anaerobne bakterije, radionekroza tkiva (30).

Indikacije III. vrste su ulcerozni kolitis, Mb. Crohn, Mb. Burger i Mb. Raynaud, postoperacijski paralitički ileus, cerebralni apsces (30).

HBOT kod dijabetičkog stopala i komplikacije dijabetesa, koja se provodi u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu, Kliničkog bolničkog centra u Rijeci traje 80 minuta na tlaku od 2,4 ATA (30).



## **6.CILJEVI I HIPOTEZE**

### **6.1.Ciljevi**

C1: Utjecaj hiperbarične oksigenoterapije na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa, koji su obrađivani u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu od 1. 01. do 31. 12. 2022. godine.

C2: Utjecaja hiperbarične oksigenoterapije na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa ovisno o spolu, koji su obrađivani u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu od 1. 01. do 31. 12. 2022. godine.

C3: Usporedba hiperbarične oksigenoterapije na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa stanja među različitim dobnim skupinama, koji su obrađivani u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu od 1. 01. do 31. 12. 2022. godine.

### **6.2.Hipoteze**

H1: Hiperbarična oksigenoterapija ima značajan pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa, koji su obrađivani u periodu od od 1. 01. do 31. 12. 2022. godine u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu.

H2: Hiperbarična oksigenoterapija ima pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa neovisno o spolu, koji su obrađivani u periodu od 1.01. do 31. 12. 2022. godine u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu.

H3: Hiperbarična oksigenoterapija ima značajan pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa neovisno o dobi, koji su obrađivani u periodu od 1.01. do 31. 12. 2022. godine u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu.

## **7.ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE**

### **7.1. Ispitanici/materijali**

Ciljana populacija ovog istraživanja je skupina bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa, koji su obrađivani u periodu od 1. 01. do 31. 12. 2022. godine u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu, neovisno o dobi i spolu. Ovo je retrospektivna opažajna istraživačka studija koja uključuje analizu relevantnih podataka iz medicinske dokumentacije bolesnika, bilješki liječnika, medicinskih sestara, dijagnostičkih testova, te prijemnih i otpusnih dokumenata. Podatci su uzeti iz medicinske dokumentacije Integriranog bolničkog informacijskog sustava (IBIS-a). Metoda uzorkovanja je neprobabilistička. Broj ispitanika ovisio je o broju primljenih bolesnika u određenom period od 1. 01. do 31. 12. 2022. godine. Od ukupno 52 bolesnika koji su zaprimljeni 21 ih je liječeno hiperbaričnim kisikom.

### **7.2. Postupak i instrumentarij**

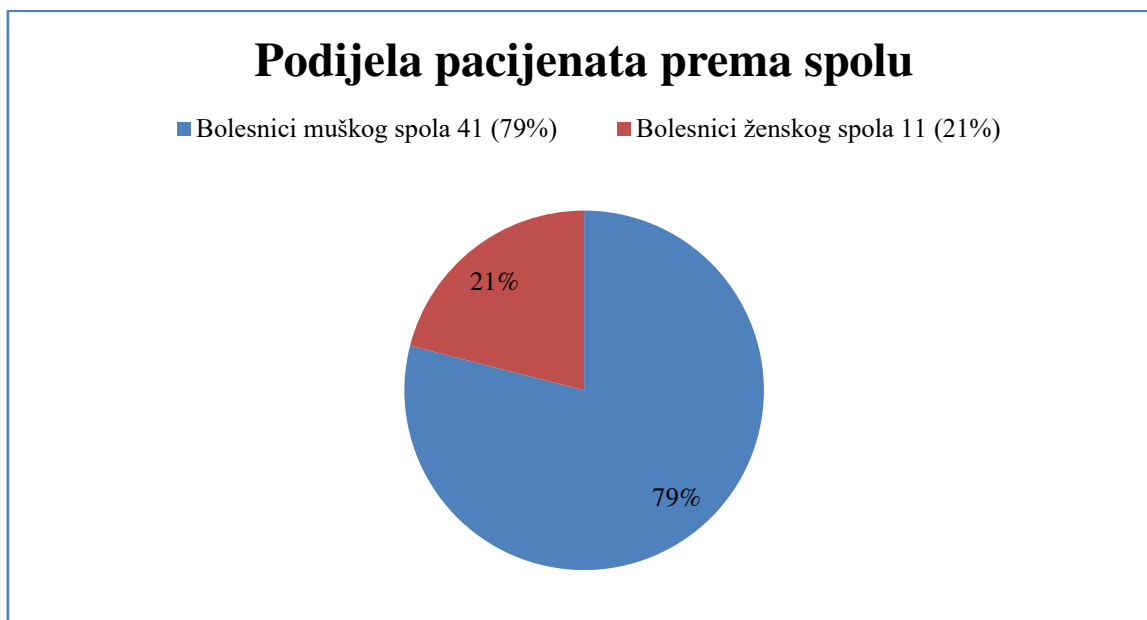
U postupku su analizirani bolesnici sa šećernom bolesti s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su zaprimljeni prema preporuci liječnika specijaliste (dijabetolog, vaskularni kirurg i sl.) u periodu od 1.01. do 31. 12. 2022. godine u Klinički bolnički centar Rijeka u Zavod za podvodnu i hiperbaričnu medicinu. Analizirano je stanje pri prijemu prema kliničkom pregledu koji sadrži anamnezu, fizikalni pregled, laboratorijske nalaze, pregled transkutanom oksimetrijom (Tcp02), rendgen srca i pluća (RTG), te podatci o ishodu nakon tretmana hiperbaričnom oksigenoterapijom na temelju kliničkog nalaza liječnika. Prikupljanje podataka trajalo je okvirno mjesec dana, provodilo se u KBC Rijeka, a podatci su prikupljeni iz medicinske dokumentacije za koju je dobivena suglasnost Etičkog povjerenstva KBC Rijeka. Za obradu medicinske dokumentacije korišten je računalni program Microsoft Excel (Office, SAD).

## 8.REZULTATI

U ovom istraživanju analizirano je 52 bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa neovisno o dobi, koji su obrađivani u periodu od 1.01. do 31. 12. 2022. godine u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu.

Obrađeni su podatci o dobi, spolu, indikaciji i skupini indikacija s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa, broju obavljenih terapija te ishodom liječenja.

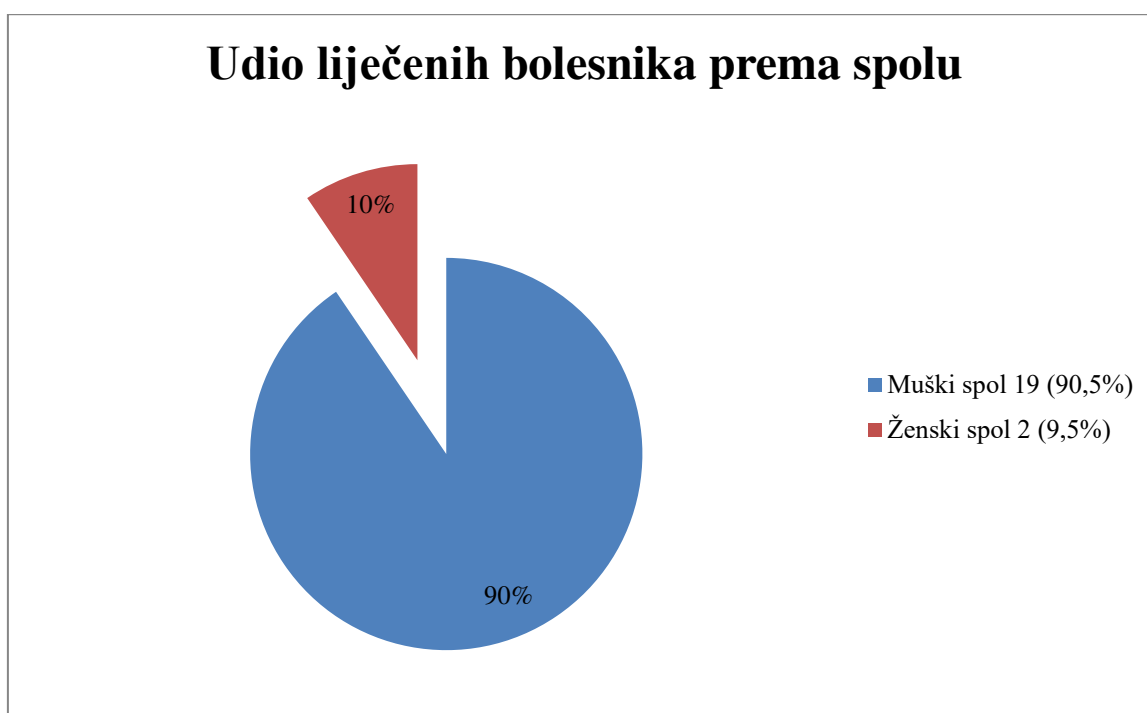
U 2022. godini za liječenje hiperbaričnim kisikom s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa ukupno je prijavljeno 52 bolesnika. Najviše je zastupljeno bolesnika muškog spola, odnosno 41 bolesnik muškog spola, što predstavlja 79% od ukupnog broja bolesnika. Najmanje su zastupljeni bolesnici ženskog spola, odnosno 11 bolesnika ženskog spola što predstavlja udio od 21% ukupnog broja bolesnika (Slika 4).



Slika 4. Prikaz ukupnog broja bolesnika podijeljenih prema spolu koji su s prijavili za HBOT u 2022. godini u KBC-u Rijeka u Zavod za podvodnu i hiperbaričnu medicinu s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa

Bolesnici su pri prvom pregledu prošli klinički pregled koji se sastoji od anamneze, fizikalnog pregleda, laboratorijskih nalaza, pregleda transkutanom oksimetrijom (Tep02), rendgena srca i pluća (RTG), te podatci o preporuci primjene hiperbaričnog kisika na temelju kliničkog nalaza liječnika. Na temelju tog početnog pregleda i procijene zdravstvenog stanja bolesnika, liječnik donosi odluku o primjeni HBOT-a. Odluka može uključivati primjenu HBOT-a, odbijanje terapije zbog nedostatka indikacije za tretman prema propisima HZZO-o ili odgađanje terapije zbog rizika koji HBOT može predstavljati na zdravlje. U nekim slučajevima, bolesnici su prekinuli terapiju propuštanjem zakazanih tretmana.

Od ukupno prijavljenih 52 bolesnika, liječenju hiperbaričnim kisikom je pristupilo 21 bolesnik. Od tih 21 je utvrđeno da je više zastupljen bio muški spol, odnosno 19 bolesnika muškog spola što predstavlja udio od 90,5% od ukupnog broja liječenih bolesnika. Manje zastupljeni su bolesnici ženskog spola, odnosno 2 bolesnika ženskog spola što predstavlja 9,5% od ukupnog broja liječenih bolesnika (Slika 5).



Slika 5. Prikaz udjela liječenih bolesnika prema spolu s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa u 2022. godini godine u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu

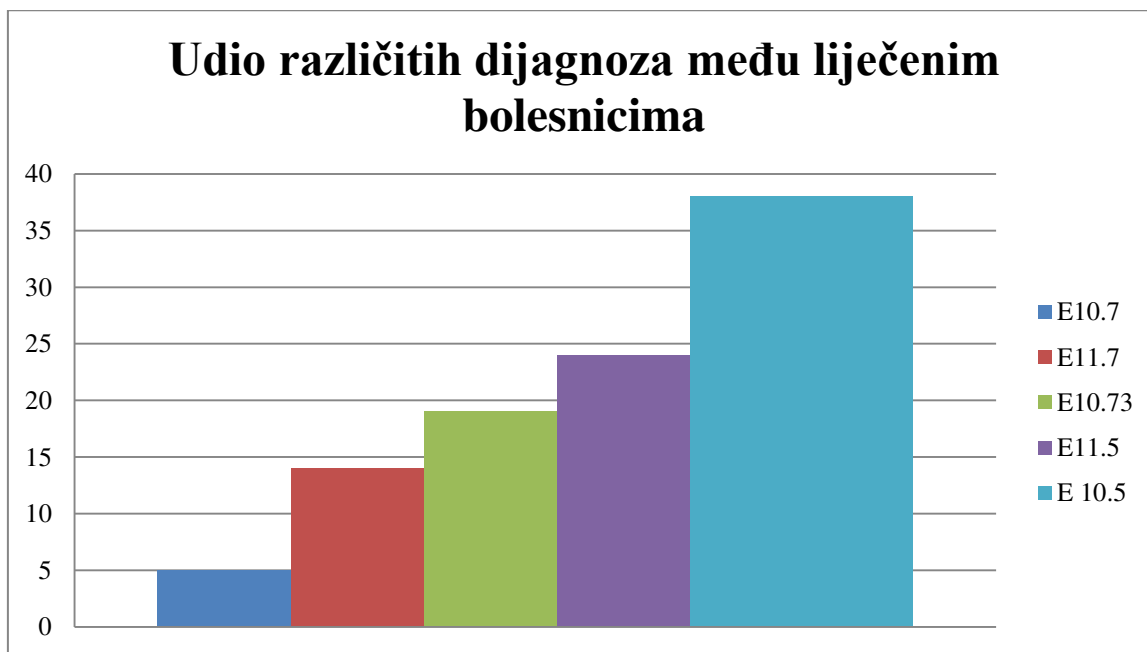
Udio liječenih bolesnika kategoriziran je prema standardnoj Međunarodnoj klasifikaciji bolesti i srodnih zdravstvenih problema, deseta revizija (MKB – 10).

Dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa spadaju pod endokrine, nutritivske i metaboličke bolesti (E00 – E90), pod grupom Bolesti gušterače (E10 – E16).

Tablica 1. Prikaz dijagnoza liječenih bolesnika, Endokrine, nutritivske i metaboličke bolesti (E00 – E90), Bolesti gušterače (E10 – E16)

Bolesti gušterače (E10 – E16)	Broj bolesnika
Dijabetes mellitus ovisan o inzulinu, s perifernim cirkulacijskim komplikacijama (E10.5)	8
Dijabetes mellitus neovisan o inzulinu, s perifernim cirkulacijskim komplikacijama (E11.5)	5
Dijabetes mellitus ovisan o inzulinu, s ulkusom na stopalu (E10.73)	4
Dijabetes mellitus neovisan o inzulinu, s višestrukim komplikacijama (E11.7)	3
Dijabetes mellitus ovisan o inzulinu, s višestrukim komplikacijama (E10.7)	1

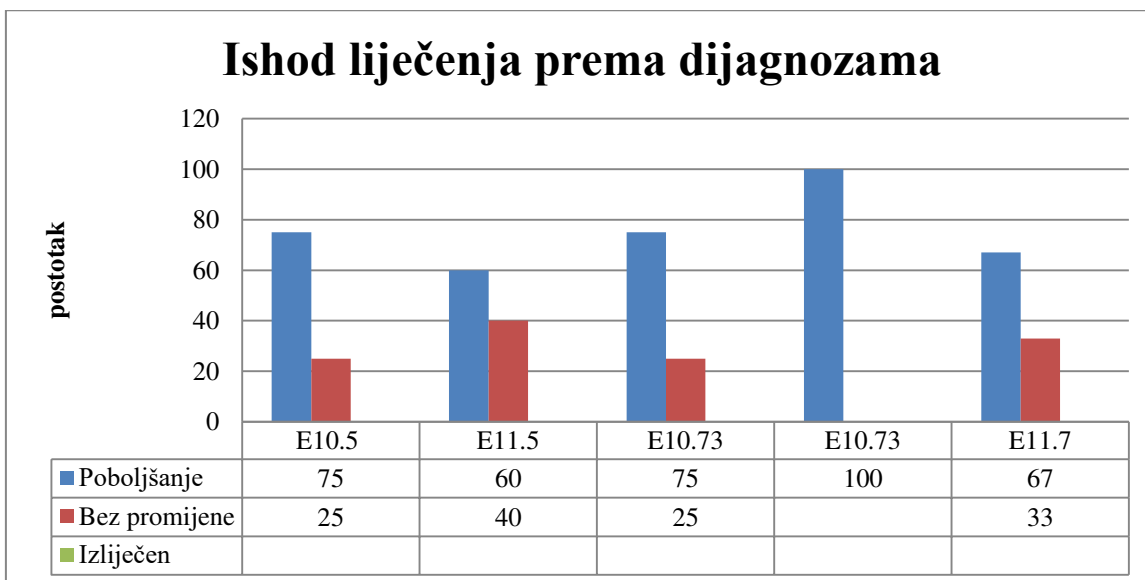
Analizom je utvrđeno da u klasifikaciji dijagnoza najviše bilo bolesnika s dijagnozom E10.5, odnosno 8 bolesnika što predstavlja udio od 38% ukupno liječenih bolesnika. Dijagnozu E11.5 imalo je 5 bolesnika, odnosno udio od 24% ukupno liječenih bolesnika. Dijagnozu E10.73 imalo je 4 bolesnika što predstavlja udio od 19% ukupno liječenih bolesnika. Dijagnozu E11.7 imala su 3 bolesnika što predstavlja udio od 14% ukupno liječenih bolesnika. Najmanje zastupljena dijagnoza je E10.7 odnosno 1 bolesnik, što predstavlja udio od 5% ukupno liječenih bolesnika (Slika 6).



Slika 6. Prikaz udjela različitih dijagnoza među liječenim bolesnicima kategoriziran prema standardnoj MKB – 10 koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godine

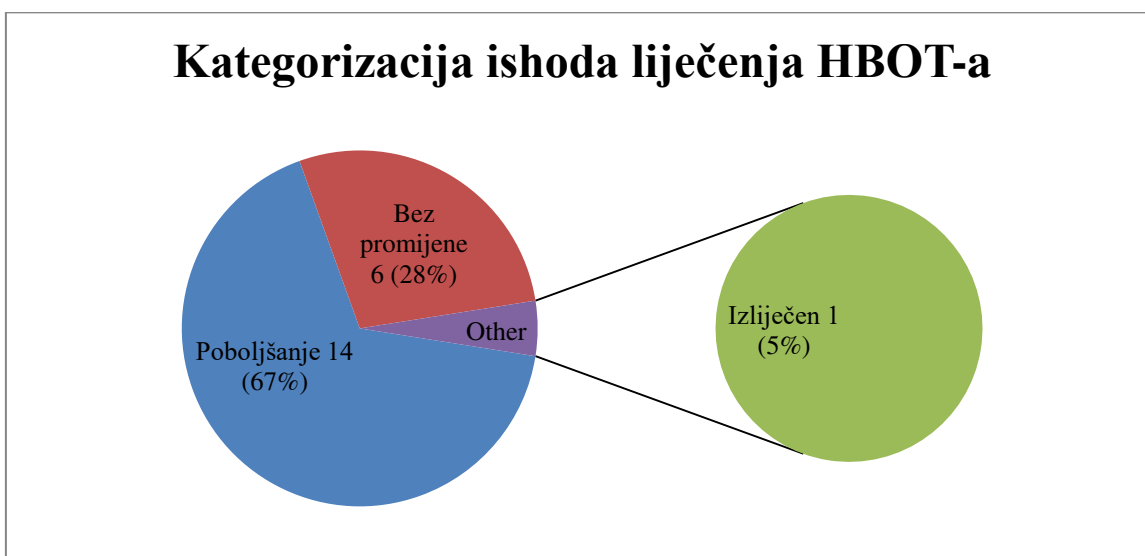
Analizom ishoda liječenja kod bolesnika podijeljen prema vrstama dijagnoza utvrđeno je da je najviše bolesnika s poboljšanjem zdravstvenog stanja bilo kod dijagnoze dijabetes mellitus ovisan o inzulinu, s perifernim cirkulacijskim komplikacijama (E10.5). Kod bolesnika s dijagnozom E10.5 od njih 8, 6 je bilo sa ishodom poboljšanja zdravstvenog stanja odnosno 75% poboljšanja i 2 bolesnika sa ishodom bez promijene zdravstvenog stanja, što predstavlja 25% bez promijene.

Bolesnici s dijagnozom E11.5 imali su ishod od 3 bolesnika s poboljšanjem zdravstvenog stanja što predstavlja 60% poboljšanje i 2 bolesnika s ishodom bez promijene zdravstvenog stanja, što predstavlja 40% poboljšanje. Bolesnika s dijagnozom E10.73 imali su ishod od 3 poboljšanja zdravstvenog stanja što predstavlja 75% poboljšanje i 1 bolesnik koji je izliječen što predstavlja 25% izlječenje. Bolesnika s E10.7 dijagnozom imali su 1 bolesnika s ishodom bez promijene zdravstvenog stanja, što predstavlja 100% bez promijene. Bolesnici s dijagnozom E11.7 imali su ishod od 2 bolesnika sa poboljšanjem što predstavlja 67% poboljšanje i 1 bolesnika s ishodom bez promijene zdravstvenog stanja odnosno 33% bez promijene (Slika 7).



Slika 7. Prikaz ishoda liječenja prema dijagnozama kod liječenih bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godine

Utjecaj HBOT-a na promjenu zdravstvenog stanja nakon terapije kisikom analiziran je kroz medicinsku dokumentaciju kliničkog nalaza liječnika. Ishod liječenja kategoriziran je u tri skupine zdravstvenog stanja bolesnika i to su: poboljšanje, bez promijene i izliječen. Analizom je utvrđeno da je od 21 bolesnika njih 14 imalo poboljšanje zdravstvenog stanja, 6 ih je bilo bez promjene zdravstvenog stanja i 1 bolesnik je izliječen, odnosno 67% poboljšanje, 28% bez promijene i 5% izliječen (Slika 8).



Slika 8. Prikaz kategorizacije ishoda liječenja nakon provedenog HBOT-a bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini

Među bolesnicima je statistički značajan broj onih kojima je HBOT terapija poboljšala stanje ( $\chi^2 = 6,910, p = 0,032$ ). Stoga se hipoteza H1 kako hiperbarična oksigenoterapija ima značajan pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa prihvaća.

Primjenom hi kvadrat testa nije uočena statistički značajna razlika u ishodu liječenja hiperbaričnom oksigenoterapijom s obzirom na spol ( $\chi^2 = 1,105, p = 0,575$ ).

Tablica 2. Bolesnici koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini s obzirom na spol i ishode liječenja

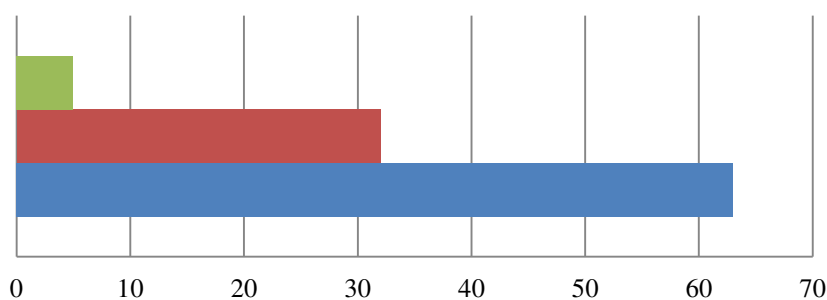
		Spol		Ukupno
		ženski	muški	
Poboljšanje	N	2	12	14
	%	100,0%	63,2%	66,7%
Bez promjene	N	0	6	6
	%	0,0%	31,6%	28,6%
Izliječen	N	0	1	1
	%	0,0%	5,3%	4,8%
Ukupno	N	2	19	21
	%	9,5%	90,5%	

Proučavanjem utjecaja HBOT-a na poboljšanje zdravstvenog stanja nakon liječenja kod bolesnika muškog spola kojih je bilo 19, utvrđeno je da je njih 14 imalo poboljšanje zdravstvenog stanja odnosno udio od 63% poboljšanja, 6 bolesnika je bilo bez promijene zdravstvenog stanja, odnosno udio od 32% bez promijene i 1 bolesnik je bio izliječen, odnosno udio od 5% izlječenja (Slika 9).

Možemo reći da je većina bolesnika muškog spola imala poboljšanje zdravstvenog stanja.



## Rezultati liječenja bolesnika muškog spola

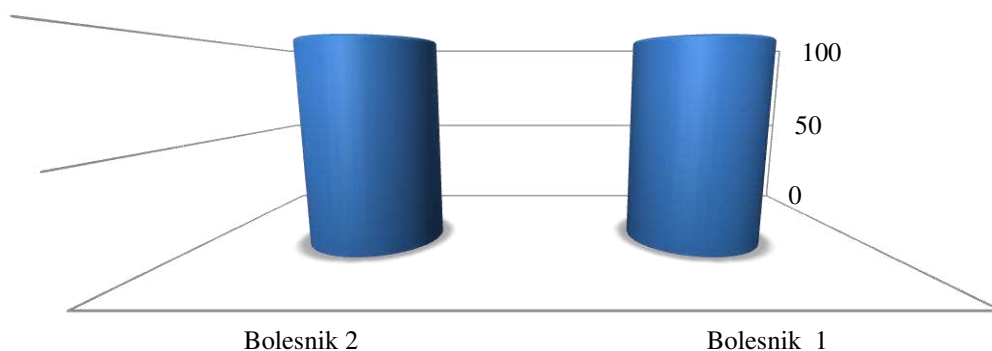


Rezultati liječenja muški spol	
Izliječen 1 (5%)	5
Bez promijene 6 (32%)	32
Poboljšanje 12 (63%)	63

Slika 9. Prikaz ishoda liječenja bolesnika muškog spola s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa ovisno o spolu, koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini

Bolesnici ženskog spola bila su ukupno dva i oba imale poboljšanje zdravstvenog stanja nakon terapije hiperbaričnim kisikom (100%) (Slika 10).

## Ishodi liječenja bolesnika ženskog spola



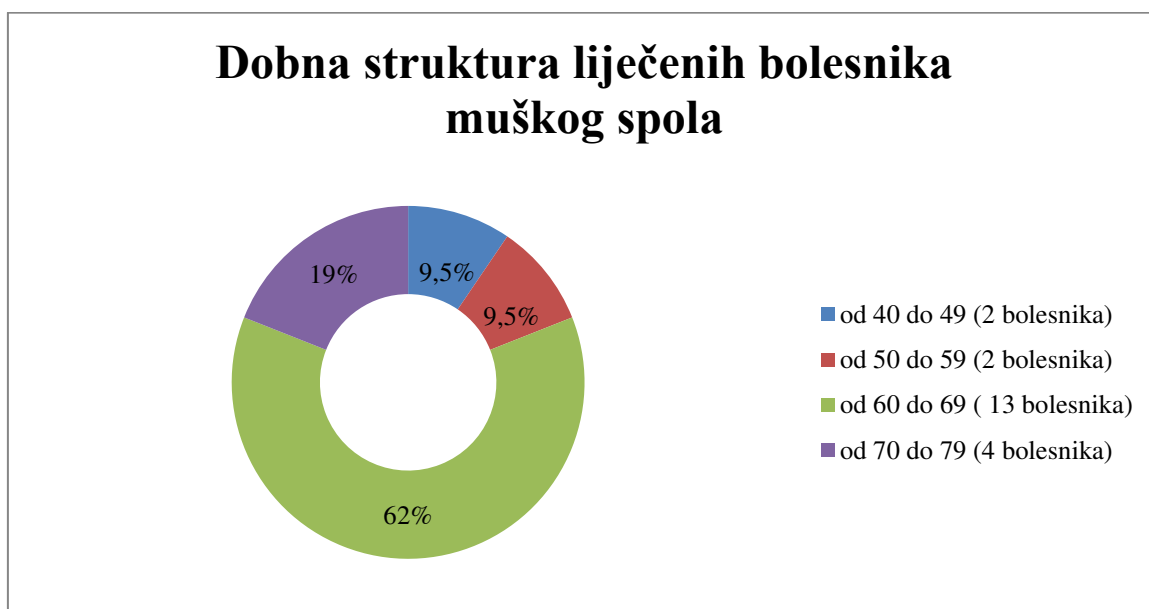
	Bolesnik 1	Bolesnik 2
Poboljšanje	100	100

Slika 10. Prikaz ishoda liječenja bolesnika ženskog spola s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa ovisno o spolu, koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini

S obzirom na to da hiperbarična oksigenoterapija značajno utjecala na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa kod oba spola, a da

razlika u poboljšanju između muškaraca i žena nije statistički značajna, prihvaća se hipoteza H2.

Pri usporedbi hiperbarične oksigenoterapije na poboljšanje zdravstvenog stanja među različitim dobnim skupinama utvrđeno je da je liječen 21 bolesnik u dobnim skupinama od 42 do 72 godine, odnosno osobe rođene od 1948. do 1980. godine. Po dobnoj strukturi liječenih bolesnika najviše je zastupljena skupina od 60 do 69 godina, njih 13 što čini 62% od ukupnog broja liječenih. Najmanje zastupljena je skupina od 40 do 49, odnosno dva bolesnika što predstavlja 9,5% i u skupina od 50 do 59 godina, odnosno dva bolesnika što predstavlja 9,5% od ukupnog broja liječenih. Ostatak bolesnika je u skupini od 70 do 79 godina njih 4 što predstavlja 19% od ukupnog broja liječenih.



Slika 11. Prikaz dobne strukture liječenih bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini

Po dobnoj strukturi liječenih bolesnika muškog spola najviše ih je u skupini od 60 do 69 godina, njih 13 što čini 68% od ukupnog broja liječenih bolesnika muškog spola. Najmanje je zastupljeno bolesnika u skupini od 50 do 59 godina, odnosno 1 što predstavlja 5% od ukupnog broja liječenih bolesnika muškog spola (Slika 11).

Prosječna starost bolesnika iznosi 63,62 godine  $\pm$ 7,788 godina. Najmlađi bolesnik je imao 42 godine, a najstariji 74 godine.

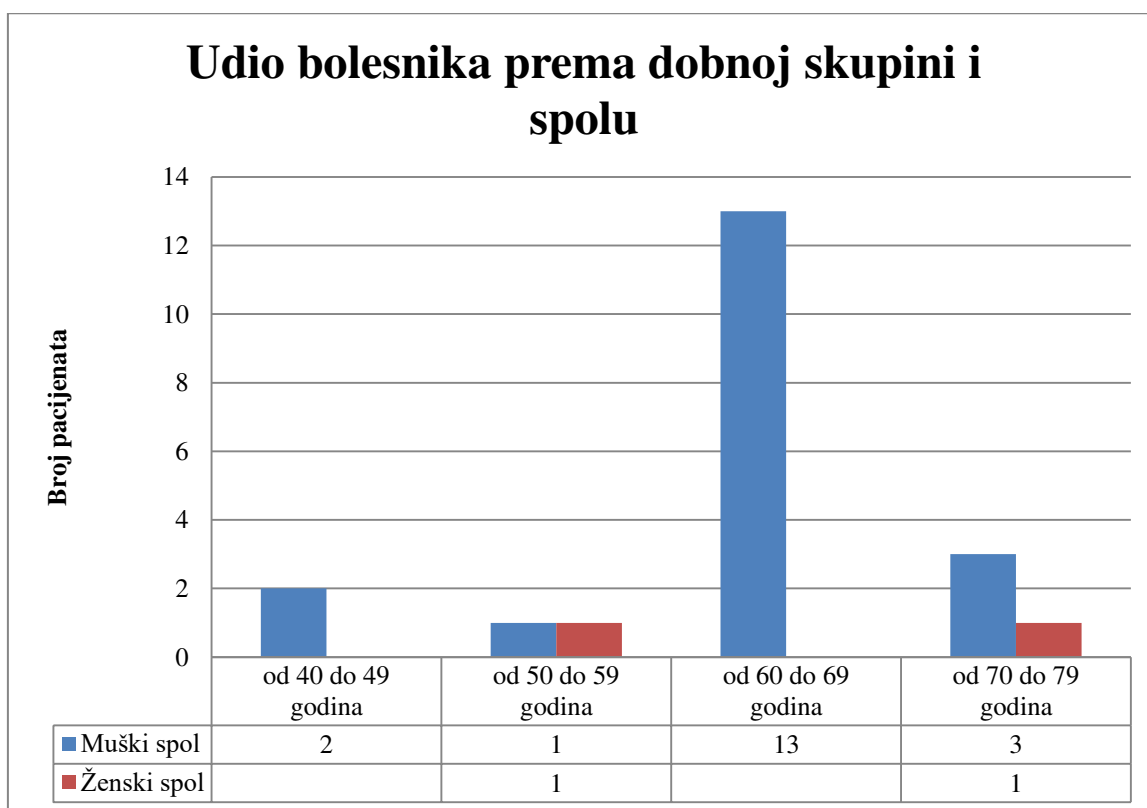
S obzirom na učestalost pojavljivanja, bolesnici su prilikom testiranja hi kvadrat testom grupirani u tri skupine: mlađe od 59 godina, od 60 do 69 godina starosti, te starije od 70 godina. Razlika u poboljšanju nije bila statistički značajna ( $\chi^2 = 6,337, p = 0,175$ )

Tablica 3. Bolesnici koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini s obzirom na dob i ishode liječenja

		Dob			Ukupno
		mlađi od 59 godina	60 – 69 godina	Stariji od 69 godina	
Poboljšanje	N	3	10	1	14
	%	21,40%	71,40%	7,10%	100,00%
Bez promjene	N	1	3	2	6
	%	16,70%	50,00%	33,30%	100,00%
Izliječen	N	0	0	1	1
	%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
Ukupno	N	4	13	4	21
	%	19,00%	61,90%	19,00%	100,00%

Najviše bolesnika koji su imali poboljšanje bolesti, njih 71,4%, bilo je staro između 60 i 69 godina, dok ih je najmanje, odnosno 7,1% bilo starije od 69 godina. Da starost ne mora biti presudan faktor, govori i podatak da je jedini izliječeni bolesnik bio stariji od 69 godina, dok je među bolesnicima koji nisu reagirali na liječenje, odnosno njihovo zdravstveno stanje je bilo bez promjene, trećina bila starija od 69 godina, a čak polovica bolesnika je bila unutar starosne skupine od 60 do 69 godina (Tablica 3).

Bolesnici ženskog spola bila su dva. Jedna je u skupini od 50 do 59 godina što čini 50% liječenih bolesnika ženskog spola i jedna u skupini od 70 do 79 godina što također odgovara udjelu od 50% liječenih bolesnika ženskog spola.



Slika 12. Prikaz udjela liječenih bolesnika s obzirom na dobnu skupini i spolu s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini

Analizom ishoda liječenja prema dobnoj skupini i spolu utvrdili smo da u dobnoj skupini od 40 do 49 godina bio je 1 bolesnik muškog spola s ishodom poboljšanja zdravstvenog stanja, što predstavlja 50% poboljšanje i jedan bolesnik muškog spola sa ishodom bez promijene zdravstvenog stanja, što predstavlja 50% bez promijene.

Prema ishodu liječenja u dobnoj skupini od 50 do 59 godina utvrđeno je da su bila dva bolesnika, jedan ženskog spola i jedan muškog spola s ishodom poboljšanje zdravstvenog stanja, što predstavlja 100% poboljšanje.

Prema ishodu liječenja u dobnoj skupini od 60-69 godina utvrđeno je da je bilo 3 bolesnika s ishodom bez promijene zdravstvenog stanja što predstavlja 23% bez promijene i 10 bolesnika s ishodom poboljšanja zdravstvenog stanja, što predstavlja 77% poboljšanje.

Prema ishodu liječenja u dobnoj skupini od 70 do 79 godina bilo je ukupno 4 bolesnika a od toga su 2 bolesnika s ishodom bez promijene zdravstvenog stanja što predstavlja 50% bez promijene, 1 bolesnik muškog spola je izliječen što predstavlja 25% izlječenje i 1 bolesnik ženskog spola je imao kao ishod poboljšanje zdravstvenog stanja što predstavlja udio od 25% (Slika 12).

## 9.RASPRAVA

U ovom istraživanju analizirana je učinkovitost hiperbarične oksigenoterapije kod bolesnika s dijagnozom dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa, naglašavajući utjecaj dobi i spola na ishode liječenja. Za postizanje cilja istraživanja korištena je medicinska dokumentacija zapisana u IBIS-u, za bolesnike koji su obrađivani u periodu od 1. 1. do 31. 12. 2022. godine u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu. Na temelju prikupljenih podataka iz IBIS-a testirane su tri hipoteze.

Prva hipoteza je da HBOT ima značajan pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa. Istraživanjem smo utvrdili da je statistički značajan broj onih kojima je HBOT terapija poboljšala stanje. Poboljšanje je imalo 67% liječenih bolesnika. Ishod bez promijene imalo je 28% liječenih, a izlječenje smo zamijetili kod udjela od 5% liječenih bolesnika. Ovi rezultati potvrđuju prvu hipotezu jer ukazuju na značajan pozitivan utjecaj HBOT-a na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa.

Druga hipoteza bila je da hiperbarična oksigenoterapija ima pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa neovisno o spolu bolesnika. Istraživanjem je utvrđeno da je HBOT značajno utjecao na poboljšanje stanja bolesnika kod oba spola, a razlika u poboljšanju između muškaraca i žena nije statistički značajna. Zamijećeno je da je kod bolesnika muškog spola 63% liječenih bolesnika imalo poboljšanje. Bez promijene je bilo 32% liječenih bolesnika, a udio od 5% liječenih bolesnika muškog spola je izliječen. S druge strane kod bolesnika ženskog spola je najviše zastupljen ishod sa 100% poboljšanjem odnosno sve bolesnice su imale poboljšanje. Iako je broj bolesnika ženskog spola bio mali rezultati istraživanja prikazuju da HBOT ima pozitivan učinak neovisno o spolu. Ovi rezultati potvrđuju drugu hipotezu.

S obzirom na učestalost pojavljivanja, bolesnici su prilikom testiranja hi kvadrat testom grupirani u tri skupine: mlađe od 59 godina, od 60 do 69 godina starosti, te starije od 70 godina. Razlika u poboljšanju nije bila statistički značajna

U trećoj hipotezi istraživano je utjecaj HBOT-a na poboljšanje stanja bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa neovisno o dobi. Istraživanjem je utvrđeno da razlika u poboljšanju ovisno o dobi nije statistički značajna. Zastupljene su skupine od 40 do 79 godina, odnosno osobe rođene od 1948. do 1980.godine. Najveće poboljšanje zabilježeno je u dobnoj skupini liječenih bolesnika od 50 do 59 godina odnosno

udio od 100% poboljšanja. U dobnoj skupini liječenih bolesnika od 60 do 69 godina zamijećeno je poboljšanje od 77%. Najmanji udio od 25% poboljšanja zabilježen je u dobnoj skupini bolesnika od 70 do 79 godina. Ovi rezultati potvrđuju našu treću hipotezu, ali također ukazuju na varijabilnost u različitim dobnim skupinama.

U istraživanju smo istražili utjecaj HBOT-a na ishod liječenja kod različitih dijagnoza bolesnika. Rezultati su nam ukazali da najveći postotak poboljšanja ima dijagnoza diabetes melitus ovisan o inzulinu, s perifernim cirkulacijskim komplikacijama (E10.5), dok su se kod drugih dijagnoza zabilježeni različiti ishodi. Možemo reći da ukupni rezultati ipak pokazuju da je poboljšanje zdravstvenog stanja bilo prisutno kod određenog postotka bolesnika neovisno o dijagnozi.

Ovo istraživanje je imalo kratak tijek praćenja što predstavlja upitnost dugoročnih učinaka terapije. Uzorak koji je dobiven iz IBIS-a je uzorak od 21 bolesnika s nerazmjernom raspodjelom spolova što ograničava primjenjivost na širu populaciju. Za buduća istraživanja preporučuje se uzimanje većeg uzorka bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa i preporučuje se produljenje razdoblja praćenja uzorka kako bi se procijenili dugoročni učinci HBOT-a. Zbog specifičnih komplikacija i varijacija u odgovoru na terapiju možemo zaključiti da postoji potreba za individualiziranim pristupom u liječenju bolesnika s dijabetesom. S dobivenim rezultatima ovog istraživanja i analizom istih možemo zaključiti da HBOT kod bolesnika s dijagnozom dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa ima obećavajuće rezultate, ali je potrebno daljnje istraživanje kako bi se ovi rezultati potvrdili.

## 10.ZAKLJUČAK

Na temelju ovog provedenog istraživanja možemo zaključiti da HBOT ima značajan pozitivan utjecaj na poboljšanje stanja bolesnika dijagnozom dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa. Rezultati dobiveni istraživanjem potvrđuju poboljšanje u udjelu od 67% liječenih bolesnika, što potvrđuje prvu hipotezu.

Istražujući uspješnost liječenja prema spolu je pokazao udio od 63% poboljšanja kod bolesnika muškog spola i udio od 100% poboljšanja kod bolesnika ženskog spola. Iako je broj bolesnika ženskog spola manji u odnosu na bolesnika muškog spola, rezultati su potvrdili drugu hipotezu o pozitivnom učinku HBOT-a neovisno o spolu.

Promatrajući bolesnike prema dobnoj strukturi možemo zaključiti da je najviše poboljšanja u udjelu od 100% u dobnoj skupini od 50 do 59 godina i udio poboljšanja od 77% u skupini od 60 do 69 godina. Najmanji postotak od 25% poboljšanja smo dobili u skupini od 70 do 79 godina što nam može ukazivati na smanjen učinak HBOT-a u starijoj populaciji.

Možemo zaključiti da su nam hipoteze potvrđene, no samo istraživanje je imalo svoja ograničenja. Uzorak koji smo dobili je mali i nerazmjerna je raspodjela između spolova što ograničava generalizabilnost rezultata. Istraživanje je ograničeno na samo 2022. godinu što nije dovoljno popraćeno razdoblje za procjenu dugoročnih učinaka terapije. Različite dijagnoze među bolesnicima su otežali specifičnu analizu učinka HBOT-a na dijabetičkog stopala i/ili komplikacija dijabetesa.

Ovo istraživanje otvara potrebu analize većeg broja uzorka i potrebu dužeg praćenje ishoda liječenja HBOT-a te selekciju dijagnoza kako bi se detaljnije prikazalo uspješnost liječenja hiperbaričnim kisikom.

## 11.LITERATURA

1. Santema KTB, Stoekenbroek RM, Koelemay MJW, Reekers JA, van Dortmont LMC, Oomen A, et al. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of ischemic lower- extremity ulcers in patients with diabetes: Results of the DAMO2CLES multicenter randomized clinical trial. *Diabetes Care* [Internet]. 2018;41(1):112–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.2337/dc17-0654>
2. Harreiter J, Roden M. Diabetes mellitus: definition, classification, diagnosis, screening and prevention (Update 2023). *Wien Klin Wochenschr* [Internet]. 2023;135(S1):7–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00508-022-02122-y>
3. Šećerna bolest (dijabetes) [Internet]. *Zzjzdnz.hr*. [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.zzjzdnz.hr/zdravlje/kardiovaskularno-zdravlje/secerna-bolest-dijabetes>
4. DiMeglio LA, Evans-Molina C, Oram RA. Type 1 diabetes. *Lancet* [Internet]. 2018;391(10138):2449–62. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31320-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31320-5)
5. Dijabetes [Internet]. *Hzzj.hr*. [cited 2023 Oct 23]. Available from: <https://www.hzzj.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/odjel-za-koordinaciju-i-provođenje-programa-i-projekata-za-prevenciju-kronicnih-nezaraznih-bolest/dijabetes/2/>
6. Kirby JP, Snyder J, Schuerer DJE, Peters JS, Bochicchio GV. Essentials of hyperbaric oxygen therapy: 2019 review. *Mo Med* [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 23];116(3):176–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31527935/>
7. Khan RMM, Chua ZJY, Tan JC, Yang Y, Liao Z, Zhao Y. From pre-diabetes to diabetes: Diagnosis, treatments and translational research. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2019;55(9):546. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/medicina55090546>
8. Balkau B, Mhamdi L, Oppert J-M, Nolan J, Golay A, Porcellati F, et al. Physical activity and insulin sensitivity. *Diabetes* [Internet]. 2008 [cited 2024 Jun 4];57(10):2613–8. Available from: <https://diabetesjournals.org/diabetes/article/57/10/2613/13386/Physical-Activity-and-Insulin-SensitivityThe-RISC>
9. Chang AM, Halter JB. Aging and insulin secretion. *Am J Physiol Endocrinol Metab* [Internet]. 2003;284(1):E7-12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00366.2002>
10. Diabetes signs and symptoms [Internet]. *Diabetes.org*. [cited 2024 Jan 28]. Available from: <https://diabetes.org/about-diabetes/warning-signs-symptoms>
11. Mayfield J. (1998). Diagnosis and classification of diabetes mellitus: new criteria. *American family physician*, 58(6), 1355–1370.
12. Sweeting A, Wong J, Murphy HR, Ross GP. A clinical update on gestational diabetes mellitus. *Endocr Rev* [Internet]. 2022;43(5):763–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1210/endrev/bnac003>



13. Tomic D, Shaw JE, Magliano DJ. The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2022;18(9):525–39. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41574-022-00690-7>
14. Ruze R, Liu T, Zou X, Song J, Chen Y, Xu R, et al. Obesity and type 2 diabetes mellitus: connections in epidemiology, pathogenesis, and treatments. *Frontiers in Endocrinology* [Internet]. 2023 Apr 21;14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10161731/>
15. Rahelić D, Altabas V, Bakula M, Balić S, Balint I, Bergman Marković B i sur. Hrvatske smjernice za farmakološko liječenje šećerne bolesti tipa 2. *Liječnički vjesnik* [Internet]. 2016 [pristupljeno 24.03.2024.];138(1-2). Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/172812>
16. Cole JB, Florez JC. Genetics of diabetes mellitus and diabetes complications. *Nat Rev Nephrol* [Internet]. 2020;16(7):377–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41581-020-0278-5>
17. Li M. Guidelines and standards for comprehensive clinical diagnosis and interventional treatment for diabetic foot in China (Issue 7.0). *J Interv Med* [Internet]. 2021;4(3):117–29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jimed.2021.07.003>
18. Edmonds M, Manu C, Vas P. The current burden of diabetic foot disease. *J Clin Orthop Trauma* [Internet]. 2021;17:88–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2021.01.017>
19. Wang A, Lv G, Cheng X, Ma X, Wang W, Gui J, et al. Guidelines on multidisciplinary approaches for the prevention and management of diabetic foot disease (2020 edition). *Burns Trauma* [Internet]. 2020;8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/burnst/tkaa017>
20. Soldevila-Boixader L, Fernández AP, Laguna JM, Uçkay I. Local antibiotics in the treatment of diabetic foot infections: A narrative review. *Antibiotics (Basel)* [Internet]. 2023;12(1):124. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/antibiotics12010124>
21. Afonso AC, Oliveira D, Saavedra MJ, Borges A, Simões M. Biofilms in diabetic foot ulcers: Impact, risk factors and control strategies. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021;22(15):8278. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms22158278>
22. Kaldırım H, Atalay K, Ceylan B, Yazgan S. Efficacy of hyperbaric oxygen therapy on central corneal thickness, intraocular pressure, and nerve fiber layer in patients with type 2 diabetes: A prospective cohort study. *Korean J Ophthalmol* [Internet]. 2021;35(1):1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.3341/kjo.2020.0076>
23. Sharma R, Sharma SK, Mudgal SK, Jelly P, Thakur K. Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcer, a systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-81886-1>
24. Wadee AN, Aref MHF, Nassar AA, Aboughaleb IH, Fahmy SM. The influence of low- intensity laser irradiation versus hyperbaric oxygen therapy on transcutaneous oxygen tension in chronic diabetic foot ulcers: a controlled randomized trial. *J Diabetes Metab Disord* [Internet]. 2021;20(2):1489–97. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40200-021-00891-3>

25. Hajhosseini B, Kuehlmann BA, Bonham CA, Kamperman KJ, Gurtner GC. Hyperbaric oxygen therapy: Descriptive review of the technology and current application in chronic wounds. *Plast Reconstr Surg Glob Open* [Internet]. 2020;8(9):e3136. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/gox.00000000000003136>
26. Shah J. Hyperbaric oxygen therapy. *J Am Col Certif Wound Spec* [Internet]. 2010;2(1):9–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcws.2010.04.001>
27. Mathieu D. Handbook on Hyperbaric Medicine [Internet]. Mathieu D, editor. New York, NY: Springer; 2006. Available from: <https://books.google.at/books?id=PiXCTqPWBaUC>
28. Putica I. Primjena hiperbarične terapije kisikom u ortopediji [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2021 [pristupljeno 24.01.2024.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:356005>
29. Pasek J, Szajkowski S, Oleś P, Cieślar G. Local hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(17):10548. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph191710548>
30. Zavod za podvodnu i hiperbaričnu medicinu [Internet]. KBC Rijeka. [cited 2023 Nov 15]. Available from: <https://kbc-rijeka.hr/centar-za-podvodnu-i-hiperbaricnu-medicinu/>

## 12.PRIVITCI

### Tablice

Tablica 1. Prikaz dijagnoza liječenih bolesnika, Endokrine, nutritivske i metaboličke bolesti (E00 – E90), Bolesti gušterače (E10 – E16).....	26
Tablica 2. Bolesnici koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini s obzirom na spol i ishode liječenja.....	29
Tablica 3. Bolesnici koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini s obzirom na dob i ishode liječenja.....	32

### Slike

Slika 1.Zavod za hiperbaričnu i podvodnu medicinu, KBC Rijeka.....	17
Slika 2. Zavod za hiperbaričnu i podvodnu medicinu, KBC Rijeka.....	18
Slika 3. Suvremena višemjesna barkomora, KBC Rijeka.....	19
Slika 4. Prikaz ukupnog broja bolesnika podijeljenih prema spolu koji su s prijavili za HBOT u 2022. godini u KBC-u Rijeka u Zavod za podvodnu i hiperbaričnu medicinu s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa.....	24
Slika 5. Prikaz udjela liječenih bolesnika prema spolu s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa u 2022. godini godine u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu .....	25
Slika 6. Prikaz udjela različitih dijagnoza među liječenim bolesnicima kategoriziran prema standardnoj MKB – 10 koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godine .....	27
Slika 7. Prikaz ishoda liječenja prema dijagnozama kod liječenih bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godine.....	28
Slika 8. Prikaz kategorizacije ishoda liječenja nakon provedene HBOT bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini.....	28
Slika 9. Prikaz ishoda liječenja bolesnika muškog spola s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa ovisno o spolu, koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini.....	30

Slika 10. Prikaz ishoda liječenja bolesnika ženskog spola s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa ovisno o spolu, koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini.....	30
Slika 11. Prikaz dobne strukture liječenih bolesnika s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini.....	31
Slika 12. Prikaz udjela liječenih bolesnika s obzirom na dobnu skupini i spol s dijagnozom dijabetičko stopalo i/ili komplikacije dijabetesa koji su obrađivani u KBC-u Rijeka u Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 2022. godini.....	33

### **13.KRATAK ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA**

Tea Adžamić rođena je 05. travanja 1983.godine. Školovanje je započela u Osnovnoj školi Srdoči do četvrtog razreda a ostatak u osnovnoj školi Brajda u Rijeci. Zatim po završetku osnovne škole upisuje i završava je Srednju Kemijsko grafičku školu u Rijeci 2001. godine. Nakon toga završava Policijsku akademiju u 2024. godine u Zagrebu.

Nakon srednje škole radi u struci. Tijekom rada je završila tečaj za njegovatelja/icu u institucionalnoj i izvaninstitucionalnoj skrbi o starijim i nemoćnim osobama na Narodnom učilištu u Rijeci u 2020. godini. Nakon školovanja radi kao osobnog asistent za osobe oboljele od multipleskleroze s najtežom vrstom i stupnjem invaliditeta u sklopu Društva multipleskleroze u Rijeci. Nakon toga radi kao asistent u organiziranom stanovanju u sklopu Doma za odrasle Turnić.

Zbog želje za daljnjim unaprjeđenjem i školovanjem upisuje Sveučilišni studij u Dubrovniku, smjer Sestrinstvo 2022. godine. Po završetku prve godine prijediplomskog studija u Dubrovniku upisuje se na Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci na stručni studij Sestrinstvo. Majka je petogodišnjem dječaku.