

»Mladi za napredek Maribora 2020«

37. srečanje

# Čaj s sladkorjem ali njegovim nadomestkom? Lahko tudi brez.

Raziskovalno področje: ZDRAVSTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorici: SARA FLEISINGER

KATJA GAVEZ

Mentorica: LANA MATJAŠIČ FILIPIČ

Maribor, februar 2020

»Mladi za napredek Maribora 2020«

37. srečanje

# Čaj s sladkorjem ali njegovim nadomestkom? Lahko tudi brez.

Raziskovalno področje: ZDRAVSTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorici: SARA FLEISINGER

KATJA GAVEZ

Mentorica: LANA MATJAŠIČ FILIPIČ

Maribor, februar 2020

## KAZALO VSEBINE

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| KAZALO VSEBINE.....                                                 | 2  |
| KAZALO SLIK .....                                                   | 3  |
| KAZALO TABEL.....                                                   | 3  |
| KAZALO GRAFOV .....                                                 | 4  |
| ZAHVALA.....                                                        | 5  |
| POVZETEK .....                                                      | 6  |
| ABSTRACT .....                                                      | 7  |
| 1 UVOD.....                                                         | 8  |
| 1.1 CILJI RAZISKOVALNE NALOGE.....                                  | 8  |
| 1.2 HIPOTEZE RAZISKOVALNE NALOGE .....                              | 9  |
| 1.3 METODOLOGIJA DELA.....                                          | 10 |
| 1.3.1 Metoda proučevanja pisnih virov .....                         | 10 |
| 1.3.2 Eksperimentalna metoda .....                                  | 10 |
| 1.3.3 Intervju .....                                                | 10 |
| 1.3.4 Analiza podatkov in njihova interpretacija .....              | 10 |
| 2 TEORETIČNI DEL.....                                               | 11 |
| 2.1 SLADKORNA BOLEZEN .....                                         | 11 |
| 2.1.1 Sladkorna bolezen tipa 1 .....                                | 12 |
| 2.1.2 Sladkorna bolezen tipa 2 .....                                | 13 |
| 2.1.3 Sladkorna bolezen med nosečnostjo .....                       | 14 |
| 2.2 TELESNA ENERGIJA.....                                           | 15 |
| 2.3 SLADILA .....                                                   | 16 |
| 2.3.1 Naravna sladila.....                                          | 17 |
| 2.3.2 Umetna sladila.....                                           | 17 |
| 3 EMPIRIČNI DEL.....                                                | 23 |
| 3.1 METODA EKSPERIMENTA .....                                       | 23 |
| 3.2 INTERVJU .....                                                  | 24 |
| 4 REZULTATI RAZISKAVE.....                                          | 25 |
| 4.1 MERJENJA VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA Z INZULINSKO ČRPALKO ..... | 25 |
| 4.2 INTERVJU .....                                                  | 35 |
| 5 ANALIZA IN INTERPRETACIJA REZULATOV.....                          | 38 |
| 5.1 INTERPRETACIJA REZULTATOV .....                                 | 38 |
| 5.2 VREDNOTENJE HIPOTEZ .....                                       | 39 |
| 5.3 SAMOEVALVACIJA RAZISKOVALNIH METOD IN RAZISKOVALNEGA DELA ..... | 40 |
| 6 SKLEP .....                                                       | 41 |
| 7 DRUŽBENA ODGOVORNOST .....                                        | 42 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 8 SEZNAM VIROV IN LITERATURE ..... | 43 |
| 9 PRILOGA .....                    | 44 |
| 9.1 INTERVJU .....                 | 44 |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SLIKA 1: GLAVNI SIMPTOMI SLADKORNE BOLEZNI .....                                                     | 12 |
| SLIKA 2: DOVAJANJE INZULINA Z INZULINSKO ČRPALKO PRI SLADKORNI BOLEZNI TIPA 1 .....                  | 13 |
| SLIKA 3: DOVAJANJE INZULINA V OBLIKI TABLET PRI SLADKORNI BOLEZNI TIPA 2 .....                       | 14 |
| SLIKA 4: DOVAJANJE INZULINA S POMOČJO INZULINSKEGA SVINČNIKA-PENA PRI SLADKORNI BOLEZNI TIPA 2 ..... | 14 |
| SLIKA 5: NEKATERA ODOBRENA SLADILA, NJIHOV SPREJEMLJIVI DNEVNI VNOS IN SLADKOST .....                | 18 |
| SLIKA 6: SLADILO ERITRITOL NA TRGOVSKI POLICI .....                                                  | 19 |
| SLIKA 7: SLADILO SUKRIN NA TRGOVSKI POLICI .....                                                     | 20 |
| SLIKA 8: SLADILO KSILITOL NA TRGOVSKI POLICI .....                                                   | 20 |
| SLIKA 9: SLADILO STEVIA IZ SPLETNE TRGOVINE .....                                                    | 21 |
| SLIKA 10: INZULINSKA ČRPALKO ZA MERJENJE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA .....                           | 23 |

## KAZALO TABEL

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1: HRANILNA VREDNOST SLADIL .....                                                                   | 22 |
| TABELA 2: PODATKI O OSEBAH, PRI KATERIH SO BILE MERJENE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA .....                  | 25 |
| TABELA 3: VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA PRI OSEBI A OB ZAUŽITJU SLADIL V DOLOČENIH ČASOVNIH INTERVALIH ..... | 26 |
| TABELA 4: VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA PRI OSEBI B OB ZAUŽITJU SLADIL V DOLOČENIH ČASOVNIH INTERVALIH ..... | 27 |
| TABELA 5: VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA PRI OSEBI C OB ZAUŽITJU SLADIL V DOLOČENIH ČASOVNIH INTERVALIH ..... | 28 |
| TABELA 6: VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA PRI OSEBI D OB ZAUŽITJU SLADIL V DOLOČENIH ČASOVNIH INTERVALIH ..... | 28 |
| TABELA 7: VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA PRI OSEBI E OB ZAUŽITJU SLADIL V DOLOČENIH ČASOVNIH INTERVALIH ..... | 29 |
| TABELA 8: ODGOVORI INTERVJUVANCEV GLEDE UŽIVANJA SLADIL – 1. DEL .....                                     | 35 |
| TABELA 9: ODGOVORI INTERVJUVANCEV GLEDE UŽIVANJA SLADIL – 2. DEL .....                                     | 36 |
| TABELA 10: ODGOVORI INTERVJUVANCEV GLEDE POTEŠITVE POTREBE PO SLADKEM OKUSU – 3. DEL .....                 | 37 |

## KAZALO GRAFOV

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GRAF 1: VREDNOST SLADKORJA V KRVI PO ZAUŽITJU SLADILA ERITRITOL .....                | 29 |
| GRAF 2: VREDNOST SLADKORJA V KRVI PO ZAUŽITJU SLADILA STEVIA .....                   | 30 |
| GRAF 3: VREDNOST SLADKORJA V KRVI PO ZAUŽITJU SLADILA SUKRIN .....                   | 31 |
| GRAF 4: VREDNOST SLADKORJA V KRVI PO ZAUŽITJU SLADILA KSILITOL.....                  | 31 |
| GRAF 5: GIBANJE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA GLEDE NA RAZLIČNA SLADILA PRI OSEBI A... | 32 |
| GRAF 6: GIBANJE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA GLEDE NA RAZLIČNA SLADILA PRI OSEBI B... | 33 |
| GRAF 7: GIBANJE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA GLEDE NA RAZLIČNA SLADILA PRI OSEBI C... | 33 |
| GRAF 8: GIBANJE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA GLEDE NA RAZLIČNA SLADILA PRI OSEBI D... | 34 |
| GRAF 9: GIBANJE VREDNOSTI KRVNEGA SLADKORJA GLEDE NA RAZLIČNA SLADILA PRI OSEBI E... | 35 |

## **ZAHVALA**

Zahvaljujeva se vsem prostovoljnim udeležencem s sladkorno boleznijo tipa 1, ki so merili krvni sladkor in odgovorili na najina vprašanja v intervjuju. Še posebej se zahvaljujeva mentorici, ki naju je usmerjala pri prvih korakih najinega raziskovalnega dela. Zahvaljujeva se priložnosti na naši šoli, da sva se imeli možnost že zgodaj podati se na pot odkrivanja novih spoznanj.

## **POVZETEK**

Uporaba sladil v prehrani je naraščajoč pojav. Zaradi sodobnega načina življenja narašča tudi obolelost za sladkorno boleznijo. V raziskovalni nalogi smo se osredotočili na sladkorno bolezen tipa 1. Za ta tip sladkorne bolezni je značilno, da trebušna slinavka ne proizvaja hormona inzulina, zato ga je potrebno v telo dovajati od zunaj. Menili smo, da bomo na osnovi te danosti dobili najbolj zanesljive rezultate v skladu s cilji raziskovalne naloge. Hkrati nas je vodilo zavedanje, da bodo pridobljeni rezultati predstavljali pomembno informacijo ne le bolnikom s sladkorno boleznijo, pač pa tudi vsem ostalim ljudem, ki stremijo k bolj zdravemu načinu življenja tudi na področju prehrane.

V okviru raziskovalne naloge smo preverili, ali sladila dvigujejo krvni sladkor in ali dajejo telesu dodatno energijo za njegovo delovanje. Ker se nekateri ljudje pogosto srečujejo z neustavljivo potrebo po sladkem okusu, smo preverili tudi, ali sladila potešijo to naravno potrebo človeka.

**Ključne besede:** sladila, sladkorna bolezen, krvni sladkor, energija

## **ABSTRACT**

The use of sweeteners in a diet is a growing phenomenon. Due to the modern lifestyles, diabetes is also on the rise. In our research paper, we focused on type 1 diabetes. This type of diabetes is characterized by the fact that the pancreas does not produce the hormone insulin, so it must be supplied from the outside. Based on this assumption, we would obtain the most reliable results in accordance with the objectives of the research paper. At the same time, we were led by the awareness that the obtained results will be important information not only for patients with diabetes, but also for everyone who strives for healthier lifestyle as well.

As part of our research assignment, we checked if sweeteners raise blood sugar. We have also checked if sweeteners give the body extra energy. Because some people often encounter an irresistible need for something sweet, we also checked if sweeteners satisfy a person's natural need for sweets.

**Keywords:** sweeteners, diabetes, blood sugar, energy.



# **1 UVOD**

V današnjem času se o sladkorni bolezni govori kot o bolezni sodobnega časa. Pri prebiranju vsakodnevnih novic iz različnih virov smo zasledili, da je prav sladkorna izmed vseh kroničnih bolezni v največjem porastu. Govori se o epidemiji sladkorne bolezni, saj naj bi po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) imelo to bolezen kar 285 milijonov odraslih ljudi, kar predstavlja 7 % prebivalstva. Pričakujejo, da bo do leta 2030 na svetu več kot 435 milijonov bolnikov s sladkorno boleznijo (Medvešček in Pavčič, 2009).

Danes je sladkorna bolezen povezana z zdravim načinom življenja. Mediji nas pogosto obveščajo, da je porast sladkorne bolezni povezan z načinom življenja v sodobnem današnjem svetu. Zato je zelo pomembno ozaveščanje ljudi o zdravem načinu življenja, ki vključuje vsakodnevno gibanje in zdravo prehranjevanje. Vse več je ljudi s prekomerno telesno težo zaradi nezdravega načina življenja (preveč stresnih trenutkov, prekomerno delo, premalo časa za telesno aktivnost, preveč časa se posveča sedenju za računalnikom in TV-ekranom, prekomeren vnos nezdrave hrane itd.). Posledica takšnega načina življenja je izguba ravnovesja med vnosom in porabo energije, zaradi česar prihaja do mnogih porušenih neravnovesij v telesu in pot do sladkorne bolezni je odprta.

## **1.1 Cilji raziskovalne naloge**

Na osnovi uvodnih besed smo si zastavili prvi cilj raziskovalne naloge, da s pomočjo dostopne literature razširimo znanje o sladkorni bolezni. V raziskovalni nalogi smo se osredotočili na sladkorno bolezen tipa 1.

Za sladkorno bolezen je značilno nihanje krvnega sladkorja zaradi zaužitih sladkorjev. V sodobnem času so na tržišču na voljo nadomestki sladkorja, ki jih najdemo pod imenom sladila. Naslednji cilj raziskovalne naloge je s teoretičnega vidika spoznati nekatera sladila, vrste in karakteristike. V empiričnem delu naloge nas je zanimalo, kakšen vpliv imajo sladila na vrednost krvnega sladkorja oziroma ali sladila res ne dvigujejo krvnega sladkorja.

Ker sladkor organizmu predstavlja vir energije, nas je zanimalo, ali sladila prispevajo k temu, da telo sladkornega bolnika z zaužitjem sladil dobi dodatno energijo.

Sladila imajo sladek okus, približan sladkorju saharoza. Zato je bil zadnji cilj v raziskovalni nalogi ugotoviti, ali sladila nadomestijo potrebo po sladkem okusu.

## **1.2 Hipoteze raziskovalne naloge**

V okviru raziskovalne naloge smo postavili pet hipotez, ki smo jih v nadaljevanju raziskovalne naloge preverili, jih potrdili ali ovrgli. Želeli smo ugotoviti, ali sladila pri ljudeh s sladkorno boleznijo tipa 1 po zaužitju dvigujejo krvni sladkor. Zanimalo naju je tudi, ali je med posameznimi sladili razlika pri vplivu na vrednost krvnega sladkorja. Preverili smo vpliv sladil na doprinos telesne energije in počutja z vidika utrujenosti in zaspanosti. Zanimalo nas je še, ali sladila potešijo naravno potrebo po sladkem okusu.

V raziskovalni nalogi sva postavili naslednje hipoteze.

### **Hipoteza 1:**

Sladila ne dvigujejo sladkorja v krvi.

### **Hipoteza 2:**

Med različnimi sladili ni razlik glede na vpliv porasta sladkorja v krvi.

### **Hipoteza 3:**

Sladila ne prispevajo k povečani količini telesne energije.

### **Hipoteza 4:**

Sladila ne povzročijo zakasnelega občutka utrujenosti in zaspanosti.

### **Hipoteza 5:**

Sladila zadovoljijo potrebo po sladkem okusu.

### **1.3 Metodologija dela**

Uporabili smo naslednje metode dela:

- metoda proučevanja pisnih virov
- eksperimentalna metoda
- intervju
- analiza podatkov in njihova interpretacija

#### **1.3.1 Metoda proučevanja pisnih virov**

V procesu in postopkih raziskovanja smo v teoretičnem delu proučili literaturo, ki je bila na voljo v knjižnicah in na različnih mestih svetovnega spleta. Gradivo smo iskali v UKM, knjižnici Nova vas Maribor, uporabljali smo tudi lastno gradivo.

#### **1.3.2 Eksperimentalna metoda**

Eksperimentalni del raziskovalne naloge je omogočila inzulinska črpalka. To je majhna naprava z računalnikom, ki preko cevke infuzijskega seta dovaja kratko delujoči inzulin v podkožje telesa. Meritve krvnega sladkorja so bile izvedene pri petih odraslih osebah z sladkorno boleznijo tipa 1. Krvni sladkor so si osebe po zaužitju izbranih sladil izmerile z inzulinsko črpalko. Vse osebe, ki so bile vključene v merjenje, so si krvni sladkor merile na osnovi jasnih navodil in v enakih časovnih intervalih.

#### **1.3.3 Intervju**

Z istimi osebami, ki so si z inzulinsko črpalko merile vrednosti krvnega sladkorja, smo opravili tudi intervju. Vse osebe so odgovarjale na ista vprašanja.

#### **1.3.4 Analiza podatkov in njihova interpretacija**

Rezultate merjenja vrednosti krvnega sladkorja z inzulinsko črpalko in rezultate intervjujev smo pregledali in analizirali. Zbrane podatke smo uredili v tabele in grafe. Uporabili smo osebni računalnik in programa Microsoft Word in Excel. Podatke smo interpretirali in podali ugotovitve.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Sladkorna bolezen

Sladkorna bolezen je kronična bolezen, pri kateri trebušna slinavka proizvaja hormon insulin v premajhni količini ali ga sploh ne proizvaja. Zaradi tega glukoza kot vir energije v hrani ne more priti neovirano do celic v telesu. Posledično je motena tudi presnova beljakovin, maščob in drugih ogljikovih hidratov.

Hormon inzulin je beljakovina, ki jo izloča trebušna slinavka. Natančneje, v trebušni slinavki se nahajajo skupki celic, ki jih imenujemo Langerhansovi otočki. To so tako imenovane beta celice in so endokrine, kar pomeni, da izločajo hormon inzulin neposredno v kri. To je ključnega pomena pri delovanju telesa. Ko zaužijemo hrano, se v krvi dvigne krvni sladkor in celice Langerhansovih otočkov takoj sprostijo inzulin. Naloga inzulina je transport hranil v celice vseh organov v telesu, vključno z mišicami.

Pri ljudeh s sladkorno boleznijo se ob nedelovanju beta celic trebušne slinavke hormon inzulin ne izloča. Posledično ne pride do transporta hranil v celice in le-te ostanejo brez potrebne energije. Glukoza ostaja v krvi in telo je utrujeno.

Pomemben pojem pri sladkorni bolezni je glikemični indeks. Ta pove, kako hitro se ogljikovi hidrati pretvorijo v glukozo. Avtorja Battelino in Janež (2007) navajata, da glikemični indeks odseva hitrost prebavljanja in absorpcije živil, bogatih z ogljikovimi hidrati. Glikemični indeks so uvedli strokovnjaki za prehrano v 80. letih zaradi nepredvidljivosti gibanja višine glukoze v krvi.

Za ljudi s sladkorno boleznijo je poznavanje glikemičnega indeksa posameznih živil zelo pomembno, saj se izognejo pogostim nihanjem krvnega sladkorja in hkrati preventivno preprečujejo posledice sladkorne bolezni.

Tipični znaki diabetesa so žeja, povečano izločanje urina, srbečica, povečana lakota, utrujenost, motnje vida, krči, izguba telesne teže in počasno celjenje ran.



**Slika 1: Glavni simptomi sladkorne bolezni**

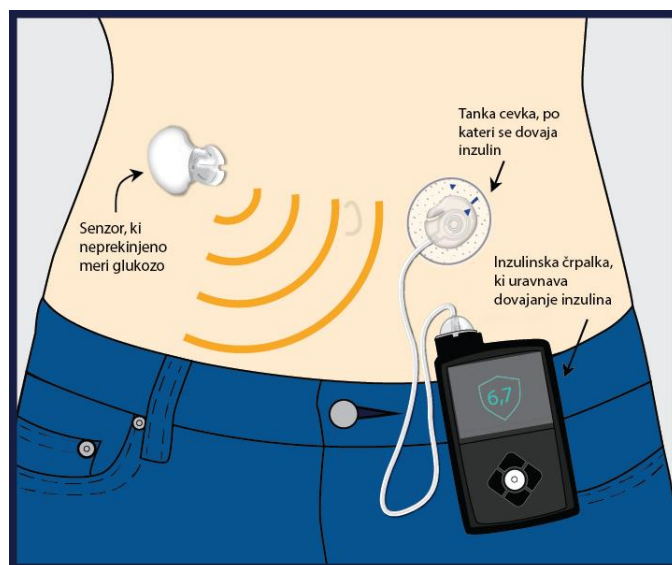
([https://sl.wikipedia.org/wiki/Sladkorna\\_bolezen\\_tipa\\_1](https://sl.wikipedia.org/wiki/Sladkorna_bolezen_tipa_1), 12. 12. 2019)

Neprimerno zdravljenje ali previsok dvig sladkorja v krvi lahko pomenita tudi življenjsko nevarno situacijo za diabetike – diabetično komo. Dolgoročni zapleti so lahko bolezni srca in ožilja, kap, kronična odpoved ledvic, razjeda stopal in poškodbe oči.

Poznamo naslednje vrste sladkorne bolezni:

### 2.1.1 Sladkorna bolezen tipa 1

Sladkorna bolezen tipa 1 ali juvenilni diabetes. Je tip sladkorne bolezni, pri kateri je telo povsem odvisno od inzulina. Beta celice trebušne slinavke so povsem neaktivne, zato je pri bolnikih potrebno zdravljenje z insulinom od odkritja bolezni do konca življenja. Dovajajo si ga skozi mišice vedno po zaužitju sladkorja. Tip 1 je avtoimunska bolezen, njeno osnovo pa predstavlja nesrečna kombinacija dedne zasnove. (<https://zdravje.online/slادkornabolezen/?gclid>, pridobljeno 10. 12. 2019). Hormon inzulin se v telo dovaja od zunaj, s pomočjo injekcij ali insulinske črpalke.



**Slika 2: Dovajanje inzulina z inzulinsko črpalko pri sladkorni bolezni tipa 1**

((<https://sladkorna.si/wp-content/uploads/2015/09/MM670G-ilustracija.jpg>, pridobljeno: 17. 1. 2020)

Inzulinska črpalka je medicinski pripomoček, ki posnema naravno delovanje trebušne slinavke in s tem imitira naravno dovajanje hormona inzulina. Deluje na sistemu neprekinjenega dovajanja inzulina v telo preko infuzijskega seta, ki je vstavljen v podkožje. Inzulinska črpalka pomaga k boljši urejenosti sladkorne bolezni in zagotavlja večjo kakovost življenja sladkornim bolnikom (Inzulinska črpalka, 2019).

### 2.1.2 Sladkorna bolezen tipa 2

Je najpogostejša vrsta sladkorne bolezni. Beta celice trebušne slinavke so v določeni meri še aktivne, v telesu gre za odpor proti delovanju inzulina, ki se z leti povečuje. Hormon inzulin je potrebno v telo dovajati od zunaj, v obliki inzulinskih svinčnikov – penov ali tablet. Njena osnova je v najverjetneje genetsko pogojena. Predstavlja približno 90 % sladkornih bolnikov. Pojavlja se pri starejših. Najpogostejši vzroki so nezdrava prehrana, povečana telesna teža, stres.



**Slika 3: Dovajanje insulina v obliki tablet pri sladkorni bolezni tipa 2**

(<https://www.icliniq.com/qa/diabetes/my-hba1c-is-7-5-should-i-continue-my-tablet-for-diabetes>,  
 pridobljeno: 17. 1. 2020)



**Slika 4: Dovajanje insulina s pomočjo insulinskega svinčnika-pena pri sladkorni bolezni tipa 2**

(<https://sladkorna.si/inzulin-in-zdravila/zdravila-za-sladkorno-bolezen-za-injiciranje-ki-niso-inzulin>,  
 pridobljeno: 30. 1. 2020)

### **2.1.3 Sladkorna bolezen med nosečnostjo**

Za ta tip sladkorne bolezni je značilno, da se pojavi v času nosečnosti in gre za prehodno povišanje krvnega sladkorja. Predstavlja vrsto sladkorne bolezni tipa 2, ki se najpogosteje zaključi s porodom. V starejšem obdobju ženske se lahko ponovno pojavi kot bolezen tipa 2.

V nadaljevanju raziskovalne naloge se bomo osredotočili na sladkorno bolezen tipa 1.

Sladkorni bolniki tipa 2 za namen naše raziskave niso primerni, ker njihovo telo še izloča nekaj inzulina. Količina izločenega inzulina je pri sladkornih bolnikih tipa 2 različna in podatki ne bi bili relevantni. Sladkornim bolnikom tipa 1 pa telo sploh ne proizvaja inzulina in lahko dvig sladkorja v krvi natančno izmerimo.

## **2.2 Telesna energija**

Telo za svoje delovanje, rast in razvoj potrebuje energijo. Dobi jo od enostavnih sladkorjev, med katerimi je najpogostejša saharoza ali namizni sladkor. Sladkor se pogosto imenuje »nosilec praznih kalorij«, ker je čisti ogljikov hidrat in ne vsebuje drugih hranil, kot so na primer vitamini in minerali. Na nacionalnem portalu za hrano in prehrano je zaslediti podatek, da se za zdrave odrasle priporoča dnevni vnos enostavnih sladkorjev, ki naj ne bi presegal 10 % dnevnega vnosa energije, kar z običajno prehrano zlahka prekoračimo, pri čemer so nekatere organizacije sprejela še strožja priporočila za prehrano otrok (5 %).

Krvni sladkor predstavlja pomemben vir energije, še posebej za možgane. Človeško telo neprestano uravnava raven krvnega sladkorja. Ne glede na to, koliko hrane je človek zaužil in kdaj jo je zaužil, se koncentracija krvnega sladkorja pri zdravem človeku uravnava zelo natančno med 4 in 7 mmol/l (Kotnik, Bratina, Kržišnik in Battelino 2006).

Po zaužitju najenostavnejših ogljikovih hidratov nastane v telesu energija. Govorimo o dnevnem vnosu enostavnih sladkorjev in posledično dnevnem vnosu energije. Pri zdravem človeku telo s pomočjo trebušne slinavke in njenega hormona inzulina samodejno regulira dvige in padce krvnega sladkorja in telesne energije. Pri ljudeh s sladkorno boleznijo tipa 1, kjer trebušna slinavka sploh ne izloča hormona inzulina, je uravnavanje dviga krvnega sladkorja in telesne energije pogosto težko obvladljivo.

Ker je dvig telesne energije lahko nepredvidljivo počasen ali hiter, jo težje kontroliramo in jo lahko poimenujemo »nekontrolirana energija«.

Sladila, predstavljena v nalogi, naj porasta krvnega sladkorja ne bi povzročila in posledično tudi dviga »nekontrolirane energije« ne.



## 2.3 Sladila

Sladila so skupina snovi, naravnega ali sintetičnega izvora, katerih skupna lastnost je sladek okus. Sladila so nadomestki sladkorjev, običajno namiznega belega sladkorja, imenovanega saharoza. Lahko so naravno ali kemično pridobljena. Večina njihovih lastnosti je podobna lastnostim sladkorja. Povečini so tudi veliko slajša od saharoze. Sladila so učinkovita le, če imajo tako kemično sestavo, da vplivajo na čutila za okus v ustih. Umetna sladila so na trgu prisotna kot alternativa sladkorju in praviloma ne dvigujejo krvnega sladkorja. Torej naj bi imela glikemični indeks 0. V tem primeru naj bi bila primerna tudi za diabetike, kar pa ni znanstveno dokazano. Avtor Kojić (2019) navaja, da do danes še ni znanstvenih dokazov o učinkih umetnih sladil kot tistih z nič kalorijami.

Že stari Rimljani so uporabljali za slajenje jedi prekuhan vinski mošt, imenovan defrutum, ki so ga kuhali v svinčenih posodah. Toda tako sladilo s primesmi svinca je bilo strupeno. Leta 1885 je nemški kemik Constantin Fahlberg iznašel saharin, ki velja za najstarejše umetno sladilo. Ker je saharin okoli leta 1900 postal velik tekmeč sladkorju, so ga pod pritiskom pridelovalcev sladkorja v več državah smeli prodajati samo v lekarnah na zdravniški recept (na primer za diabetike). V Nemčiji in Avstro-Ogrski je bilo pred prvo svetovno vojno prepovedano trgovati s saharinom in drugimi sladili, zato so jih tihotapili iz Švice. Tako kot saharin je bil leta 1937 po naključju odkrit tudi ciklamat, ko je neki kemik poskušal izdelati zdravilo za zniževanje temperature. Med obema vojnama so sladila nadomeščala sladkor, ki ga je bilo takrat zelo malo na tržišču. Leta 1986 sta britanska raziskovalca J. E. Blundell in A. J. Hill v znanstveni reviji Lancet poročala o poskusu, pri katerem so testiranci, potem ko so popili vodo s sladilom, čutili močnejšo lakoto kot tedaj, ko so popili enako količino čiste vode. Od takrat so znanstveniki v številnih študijah preučevali možen vpliv umetnih sladil na apetit in lakoto. Poleg Blundella in Hilla so samo v eni študiji odkrili možnost vpliva na povečanje apetita, in sicer pri poskusu z žvečilnim gumijem. Z ozirom na poskus Blundella in Hilla je nastala hipoteza, da sladila enako kot sladkor povzročajo večje izločanje inzulina kmalu po zaužitju, čeprav v nasprotju s sladkorjem in ogljikovimi hidrati telesu ne dovajajo glukoze. Po kratkem času naj bi nato raven sladkorja v krvi

močno upadla, zato naj bi se pojavil občutek lakote. V več poskusih ta učinek ni bil potrjen.

V nadaljevanju raziskovalne naloge bomo predstavili naslednja sladila:

- ERITRITOL
- SUKRIN
- KSILITOL
- STEVIA

Za izbrana sladila smo se odločili na osnovi informacij, ki smo jih dobili v trgovinah in lekarnah. Obiskali smo večje trgovine in pozornost usmerili na njihove trgovske police z zdravo prehrano. Obiskali smo tudi manjšo specializirano bio trgovino. Prav tako smo obiskali nekaj lekarn. Na osnovi ogleda smo ugotovili, da se izbrana sladila najpogosteje najdejo na trgovskih policah. Sklepali smo, da so navedena sladila na tržišču najpogosteje uporabljena.

Sladila so vedno povezana s sladkorjem. Sladkor je sinonim za saharozo, ki je disaharid in je sestavljena iz dveh enostavnih sladkorjev, glukoze in fruktoze. Prav enostavni sladkorji ob zaužitju hitro preidejo v kri in dvignejo krvni sladkor. Več kot je glukoze v krvi, višji je glikemični indeks zaužitega hrana.

### **2.3.1 Naravna sladila**

Naravna sladila so tista, ki med procesom predelave niso močno rafinirana in so obdržala veliko mero naravnih hranil. Nahajajo se večinoma v tekoči obliki in se uporabljajo povsod tam, kjer se sicer uporablja beli sladkor. Njihovo zaužitje povzroča dvig krvnega sladkorja, vendar v različni meri. Naravna sladila so med, javorjev in agavin sirup, kokosov sladkor ter druga sladila, pridobljena iz rastlin.

### **2.3.2 Umetna sladila**

Umetna sladila so pridelana sladila v kemijskem postopku. So brez vsebnosti glukoze, zato imajo nizko kalorično vrednost. Naše telo jih sprejme s težavo in jih običajno ne presnavlja. Imajo nizek glikemični indeks. Čedalje pogostejša so mnenja o njihovi škodljivosti za zdravje, zato so v veliki meri odstranjena iz trgovskih polic.

Ker sladila vsakodnevno uporabljamo v naši prehrani, je s strani države poskrbljeno, da morajo biti posamezna sladila za uporabo odobrena. V uporabi je vrsta različnih sladil. Sladila uvrščamo med aditive za živila in so zato lahko označeni tudi s pripadajočimi E-številkami. V spodnji tabeli so navedena različna sladila, ki so dovoljena za uporabo v Evropski uniji. Vsa ta sladila so na osnovi raziskav prestala oceno varnosti, velika večina pa jih je v uporabi že vrsto let. Uredba (ES) št. 1333/2008 o aditivih za živila, 345 (2008), navaja karakteristike sladil, navedenih v tabeli, kot jo prikazuje slika 5.

| E-število                                                        | Ime sladila         | Sladkost <sup>1</sup> | GI |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|----|
| <b>Sladila, katerih sladkost je podobna saharozi<sup>1</sup></b> |                     |                       |    |
| E 968                                                            | Eritritol           | 0,5-0,8               | 0  |
| E 953                                                            | Izomalt             | 0,45-0,65             | 9  |
| E 967                                                            | Ksilitol            | 1                     | 13 |
| E 966                                                            | Laktitol            | 0,3-0,5               | 6  |
| E 965                                                            | Maltitol            | 1                     | 35 |
| E 421                                                            | Manitol             | 0,5-0,7               | 0  |
| E 420                                                            | Sorbitol            | 0,5-0,7               | 9  |
| E 964                                                            | sirup poliglicitola | 0,4-0,9               |    |
| <b>Intenzivna sladila <sup>1</sup></b>                           |                     |                       |    |
| E 950                                                            | acesulfam           | 200                   | /  |
| E 969                                                            | advantam            | 37.000                | /  |
| E 951                                                            | aspartam            | 160-220               | /  |
| E 952                                                            | ciklamati           | 30                    | /  |
| E 959                                                            | neohesperidin DC    | 1.500                 | /  |
| E 961                                                            | neotam              | 7.000-13.000          | /  |
| E 954                                                            | saharini            | 300                   | /  |
| E 960                                                            | steviol glikozidi   | 250                   | /  |
| E 955                                                            | sukraloza           | 300-600               | /  |
| E 957                                                            | taumatin            | 2.000-3.000           | /  |

GI: glikemični indeks, <sup>1</sup>sladkost, relativno na saharozo (saharoza=1)

**Slika 5: Nekatera odobrena sladila, njihov sprejemljivi dnevni vnos in sladkost**

(<https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/aditivi-v-zivilih/sladila>, pridobljeno 18. 1. 2020)

V tabeli smo z rumeno barvo označili sladila, ki smo jih na osnovi pregleda tržišča izbrali in želeli ugotoviti njihov vpliv na dvig krvnega sladkorja in telesnega počutja oseb s sladkorno boleznijo tipa 1 z ozirom na energetske vnose.

V nadaljevanju opisujemo karakteristike posameznih izbranih sladil.

#### ▪ Eritritol

Eritritol je naravno sladilo v obliki drobnih kristalov in je alkoholni sladkor. Pridobljen je v postopku fermentacije iz koruznega škroba. Za razliko od drugih alkoholnih sladkorjev se eritritol večinoma absorbira v kri v tankem črevesju, a se potem ne presnovi in se z urinom izloči iz telesa. To pomeni, da hrani ne doda kalorij in težje povzroči napihnjenost, vetrove ali druge črevesne težave.



**Slika 6: Sladilo eritritol na trgovski polici**

(lastni vir, 6. 1. 2020)

#### ▪ Sukrin

Sukrin je sladilo, izdelano je z naravnim procesom fermentacije iz glukoze, iz sladkornega alkohola eritritola, z dodanim naravnim sladilom stevia. Ima čist, naravno sladek okus ter je podobnega videza in strukture kot navadni sladkor.



**Slika 7: Sladilo sukrin na trgovski polici**

(lastni vir, 6. 1. 2020)

- **Ksilitol**

Ksilitol je naravno sladilo, ki se pridobiva iz brezovega lubja. Zato mu lahko rečemo tudi lesni sladkor. Absorbira se počasneje kot navaden sladkor, kar je ugodno zlasti za ljudi s sladkorno boleznijo, ker ne povzroča nenadnega skoka krvnega sladkorja.



**Slika 8: Sladilo ksilitol na trgovski polici**

(lastni vir, 6. 1. 2020)

## ▪ Stevia

Stevia je naravno sladilo brez ogljikovih hidratov in se pridobiva iz rastline stevia (latinsko *Stevia rebaudiana*), ki najbolje uspeva v Južni Ameriki. Uspeva lahko tudi na domačem vrtu in na okenski polici. Čeprav je 200-krat slajša od sladkorja, ne prinaša neželenih učinkov, kakršni so značilni za sladkor in umetna sladila.



**Slika 9: Sladilo stevia iz spletne trgovine**

(lastni vir, 6. 1. 2020)

Za alkoholne sladkorje je značilno, da se v kri vsrkavajo počasi in nepopolno. Del alkoholnih sladkorjev, ki se ne absorbira, gre čez tanko v debelo črevo. Zaradi tega lahko pri večjih količinah povzročijo napihnjenost, vetrove in drisko. Zato je treba vedno upoštevati priporočene količine in jih ne preseči. Edini alkoholni sladkor, ki nima teh stranskih učinkov, je eritritol, ki se absorbira v kri v celoti in se nato izloči z urinom.

V nadaljevanju v tabeli povzemamo vrednosti ogljikovih hidratov, sladkorjev in energetskih vrednosti posameznih sladil, ki so zapisana na hrbtni strani embalaže kot hranilna vrednost sladil. Prikazane so na slikah 6, 7, 8 in 9.

**Tabela 1: Hranilna vrednost sladil**

| Sladilo          | Hranilna vrednost     |                       |                                 |                 |                   |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------|
|                  | Ogljikovi hidrati v g | Od tega sladkorji v g | Od tega alkoholni sladkorji v g | Energija v kcal | Glikemični indeks |
| <b>Eritritol</b> | 100                   | 0                     | 0                               | 0               | 0                 |
| <b>Sukrin</b>    | 100                   | 0                     | 0                               | 0               | 0                 |
| <b>Ksilitol</b>  | 99,8                  | 99,6                  | 0,2                             | 240             | 13                |
| <b>Stevia</b>    | 100                   | 0                     | 0                               | 0               | 0                 |

Iz tabele je razvidno, da so izbrana sladila, razen ksilitola, brez sladkorjev in kaloričnih vrednosti. To pomeni, da je vnos hranilnih snovi v telo ničeln, prav tako energijski vnos. K temu dodajamo dejstvo, da so navedena sladila, razen stevie, alkoholni sladkorji, ki se le neznatno vsrkavajo v kri, pač pa uberejo pot preko tankega črevesa v debelo črevo in se nato izločijo. Zato predvidevamo, da izbrana sladila ne bodo dvignila krvnega sladkorja, kar bomo preverili in dokazali v empiričnem delu naloge.

## 3 EMPIRIČNI DEL

### 3.1 Metoda eksperimenta

Meritve krvnega sladkorja so potekale pri petih odraslih osebah s sladkorno boleznijo tipa 1.

Merjenje krvnega sladkorja z inzulinsko črpalko kot instrumentom predstavlja največjo zanesljivost meritev. Zato smo v vzorec izbrali odrasle osebe s sladkorno boleznijo tipa 1. Zavedamo se, da je vzorec majhen, vendar nam več odraslih oseb, ki imajo sladkorno bolezen tipa 1 in uporabljajo inzulinsko črpalko, ni uspelo najti. Pri iskanju oseb smo kot vir informacij uporabili osebna znanstva, saj zaradi varstva osebnih podatkov v zdravstveni ustanovi podatkov nismo mogli dobiti. Ob tem smo spoznali tudi dejstvo, da malo odraslih oseb s sladkorno boleznijo tipa 1 uporablja inzulinsko črpalko, saj ta predstavlja velik finančni zalogaj (cena se giblje med 3.000 do 7.000 €), k temu pa je treba dodati še obvezne dodatke: senzorje za zaznavanje in odčitavanje višine krvnega sladkorja, rezervoarje za insulin, sete za namestitev cevke od inzulinske črpalke do podkožja. Odraslim osebam običajno zdravstvena zavarovalnica tega stroška ne odobri in ga morajo financirati same. Poleg tega je vodenje sladkorne bolezni tipa 1 z inzulinsko črpalko zelo zahtevno, kar tudi nekatere, zlasti starejše ljudi, odvrča od uporabe.



**Slika 10: Inzulinska črpalka za merjenje vrednosti krvnega sladkorja**

(<https://www.zaloker-zaloker.si>, pridobljeno 11. 1. 2020)



### 3.2 Intervju

Z istimi odraslimi osebami, ki imajo sladkorno bolezen tipa 1 in so si bile pripravljene za namen raziskovalne naloge meriti vrednosti krvnega sladkorja, smo opravili tudi intervju. Pri tem nismo imeli težav, saj so osebe z veseljem privolile v intervju. Povedale so, da glede svoje bolezni nimajo zadržkov in z veseljem delijo izkušnje, ki jih vsakodnevno pridobivajo v življenju s sladkorno boleznijo.

Najprej nas je zanimalo, katera sladila uporabljajo v vsakodnevnem življenju. Nadalje nas je zanimalo, kako posamezna sladila ob zaužitju vplivajo na njihovo telo z vidika višine krvnega sladkorja, energije in počutja. Zanimalo nas je tudi, ali intervjuvanim osebam sladila, ki so bila predmet merjenja, zadovoljijo potrebo po sladkem okusu.

## 4 REZULTATI RAZISKAVE

### 4.1 Merjenja vrednosti krvnega sladkorja z inzulinsko črpalko

V vzorcu odraslih oseb s sladkorno boleznijo tipa 1 je pri merjenju vrednosti krvnega sladkorja sodelovalo pet odraslih oseb. Povedali so nam, kako dolgo že imajo sladkorno bolezen tipa 1 in kako dolgo že uporabljajo inzulinsko črpalko. Za lažjo predstavbo smo podatke predstavili v tabeli 2.

Tabela 2: Podatki o osebah, pri katerih so bile merjene vrednosti krvnega sladkorja

| Oseba            | Starost v letih<br>danes | Leto starosti, ko<br>je bila odkrita<br>sladkorno<br>bolezen | Leta življenja s<br>sladkorno<br>boleznijo | Leta uporabe<br>inzulinske<br>črpalke |
|------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| A                | 31                       | 16                                                           | 15                                         | 10                                    |
| B                | 45                       | 35                                                           | 10                                         | 9                                     |
| C                | 38                       | 18                                                           | 20                                         | 15                                    |
| D                | 32                       | 5                                                            | 27                                         | 16                                    |
| E                | 30                       | 10                                                           | 20                                         | 17                                    |
| <b>Povprečje</b> | <b>35,2</b>              | <b>16,8</b>                                                  | <b>18,4</b>                                | <b>15,2</b>                           |

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

Uporabili smo statistiko, in sicer izračun srednje vrednosti – aritmetično sredino. Menimo, da je to najprimernejša metoda za prikaz karakteristike vzorca – oseb, vključenih v merjenje vrednosti krvnega sladkorja.

Iz tabele 1 je razvidno, da so osebe, vključene v merjenje krvnega sladkorja, stare v povprečju 35,2 let. S sladkorno boleznijo tipa 1 živijo nekoliko več kot polovico svojega življenja, 18,4 let. Starost, pri kateri je bila bolezen odkrita, je zelo različna, v razponu od 5 do 35 let. Inzulinsko črpalko uporabljajo od 9 do 17 let. Oseba E, ki od vključenih v merjenje najdalj časa uporablja inzulinsko črpalko, je povedala, da je inzulinsko črpalko prejela med prvimi pri starosti 13-ih let. Takrat je dobilo inzulinsko črpalko na Pediatrični kliniki v Ljubljani 6 otrok, prednost so imeli tisti z velikimi nihanji krvnega sladkorja in posledično neurejeno sladkorno boleznijo. Oseba E je inzulinsko črpalko prejela kot aktivna športnica. Informacijo smo preverili pri podjetju Zaloker & Zaloker,

ki je ekskluzivni zastopnik za inzulinske črpalke v Sloveniji. Dobili smo potrditev, hkrati pa izvedeli, da je prva odrasla oseba prejela inzulinsko črpalko leta 2008, torej pred 16 leti. Bolnik s sladkorno boleznijo tipa 1 je bil takrat star 33 let, danes jih torej šteje 49 let.

V nadaljevanju navajamo podatke izmerjenih vrednosti krvnega sladkorja pri osebah A do E v odvisnosti od zaužitih sladil v različnih časovnih intervalih. Pomembno pri tem je, da so bile vse osebe zelo dosledne pri izvajanju meritev. Hrane niso zaužile dve uri pred merjenjem krvnega sladkorja, na dan merjenja pa so tudi sicer uživale hrano, za katero vedo, da jim ne dviguje krvnega sladkorja in so tako imele stabilnejšo vrednost krvnega sladkorja. Časovne intervale merjenja v razponih desetih minut v skupnem obsegu ene ure so predlagale same, saj so bile mnenja, da je to »priporočen« čas, v katerem njihovo telo ne bo potrebovalo hrane. V skupnem obsegu torej tri ure. Povedale so, da na ta način lahko v največji možni meri prispevajo k zanesljivosti meritev krvnega sladkorja.

V tabelah so prikazane vrednosti krvnega sladkorja v mmol/l.

**Tabela 3: Vrednosti krvnega sladkorja pri osebi A ob zaužitju sladil v določenih časovnih intervalih**

| OSEBA A                   | ERITRITOL | STEVIA | SUKRIN | KSILITOL |
|---------------------------|-----------|--------|--------|----------|
| <b>Pred merjenjem</b>     | 5,4       | 6,2    | 4,9    | 7,3      |
| <b>10 min po merjenju</b> | 5,6       | 6,6    | 5,0    | 7,3      |
| <b>20 min po merjenju</b> | 5,6       | 6,6    | 5,1    | 7,1      |
| <b>30 min po merjenju</b> | 5,5       | 6,7    | 4,8    | 7,1      |
| <b>40 min po merjenju</b> | 4,9       | 6,5    | 4,9    | 7,0      |
| <b>50 min po merjenju</b> | 4,9       | 6,5    | 5,2    | 7,0      |
| <b>1 h po merjenju</b>    | 5,0       | 6,0    | 5,2    | 7,6      |

Iz tabele 3 je razvidno, da je imela oseba A po zaužitju izbranih sladil majhna nihanja vrednosti krvnega sladkorja. To velja tudi za sladilo ksilitol, ki ima neznaten delež sladkorjev. V primeru osebe A pa so vrednosti sladkorja v krvi celo nekoliko padle, nato pa ponovno zrasle. Za bolnike s sladkorno boleznijo so tovrstna nihanja običajna, saj na vrednost krvnega sladkorja vpliva več dejavnikov.

**Tabela 4: Vrednosti krvnega sladkorja pri osebi B ob zaužitju sladil v določenih časovnih intervalih**

| OSEBA B            | ERITRITOL | STEVIA | SUKRIN | KSILITOL |
|--------------------|-----------|--------|--------|----------|
| Pred merjenjem     | 6,0       | 9,2    | 8,8    | 4,7      |
| 10 min po merjenju | 6,2       | 9,2    | 8,8    | 5,0      |
| 20 min po merjenju | 6,5       | 9,3    | 8,6    | 5,0      |
| 30 min po merjenju | 6,6       | 9,0    | 8,6    | 5,0      |
| 40 min po merjenju | 7,0       | 9,0    | 8,5    | 4,9      |
| 50 min po merjenju | 6,8       | 9,0    | 8,5    | 4,8      |
| 1 h po merjenju    | 6,8       | 9,1    | 8,5    | 4,8      |

Meritve krvnega sladkorja pri osebi B so pokazale, da pri zaužitju izbranih sladil ni bilo zaznati neobičajnih nihanj krvnega sladkorja. Sklepava, da tudi pri osebi B sladila niso vplivala na porast krvnega sladkorja.

**Tabela 5: Vrednosti krvnega sladkorja pri osebi C ob zaužitju sladil v določenih časovnih intervalih**

| OSEBA C            | ERITRITOL | STEVIA | SUKRIN | KSILITOL |
|--------------------|-----------|--------|--------|----------|
| Pred merjenjem     | 6,0       | 5,8    | 9,0    | 8,1      |
| 10 min po merjenju | 5,9       | 5,8    | 9,0    | 8,3      |
| 20 min po merjenju | 5,9       | 6,4    | 9,2    | 8,3      |
| 30 min po merjenju | 6,0       | 6,3    | 9,7    | 8,5      |
| 40 min po merjenju | 6,1       | 6,3    | 9,8    | 8,5      |
| 50 min po merjenju | 6,1       | 6,0    | 9,8    | 8,5      |
| 1 h po merjenju    | 6,1       | 6,0    | 10,0   | 8,2      |

Pri osebi C so rezultati merjenj podobni, tudi v tem primeru ugotavlja, da zaužita sladila ne vplivajo na dvig krvnega sladkorja.

**Tabela 6: Vrednosti krvnega sladkorja pri osebi D ob zaužitju sladil v določenih časovnih intervalih**

| OSEBA D            | ERITRITOL | STEVIA | SUKRIN | KSILITOL |
|--------------------|-----------|--------|--------|----------|
| Pred merjenjem     | 7,4       | 7,0    | 6,5    | 5,0      |
| 10 min po merjenju | 7,5       | 7,4    | 6,6    | 5,5      |
| 20 min po merjenju | 7,9       | 7,4    | 6,8    | 5,6      |
| 30 min po merjenju | 7,9       | 7,8    | 6,8    | 5,8      |
| 40 min po merjenju | 8,0       | 8,0    | 6,8    | 5,7      |
| 50 min po merjenju | 7,7       | 8,0    | 6,7    | 5,7      |
| 1 h po merjenju    | 7,7       | 8,0    | 6,7    | 5,9      |

Ugotavlja, da pri osebi D ni bilo opaznejšega dviga ali padca krvnega sladkorja. Izmerjene vrednosti dokazujejo, da sladila pri osebi D niso dvignila krvnega sladkorja.

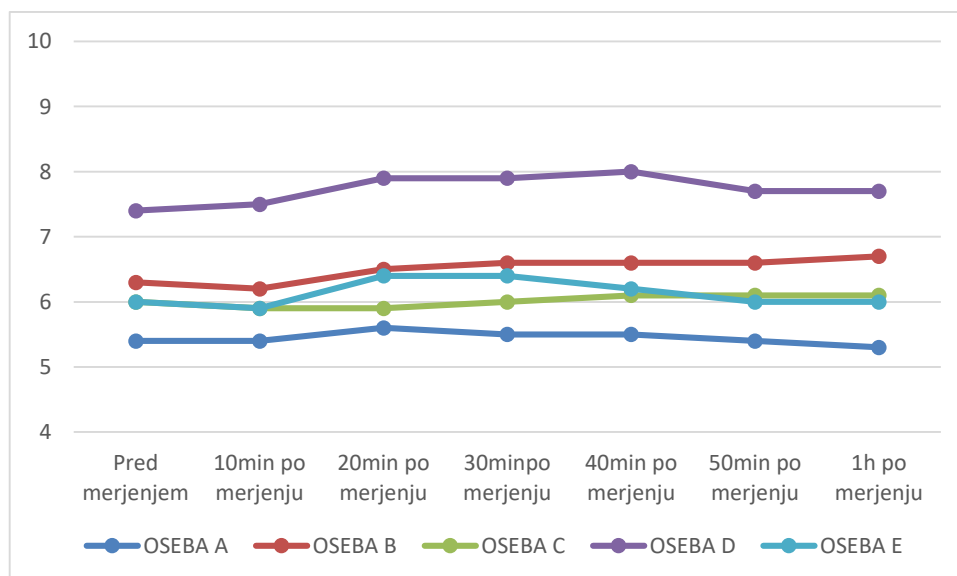
**Tabela 7: Vrednosti krvnega sladkorja pri osebi E ob zaužitju sladil v določenih časovnih intervalih**

| OSEBA E            | ERITRITOL | STEVIA | SUKRIN | KSILITOL |
|--------------------|-----------|--------|--------|----------|
| Pred merjenjem     | 6,0       | 6,2    | 9,0    | 8,2      |
| 10 min po merjenju | 5,9       | 6,4    | 9,0    | 8,6      |
| 20 min po merjenju | 6,4       | 6,4    | 8,8    | 8,8      |
| 30 min po merjenju | 6,4       | 6,0    | 8,8    | 8,7      |
| 40 min po merjenju | 6,2       | 5,8    | 9,0    | 8,7      |
| 50 min po merjenju | 6,0       | 5,7    | 9,2    | 8,7      |
| 1 h po merjenju    | 6,0       | 5,7    | 9,2    | 8,7      |

Tudi pri osebi E so meritve krvnega sladkorja pokazale, da sladila niso vplivala na njegov porast.

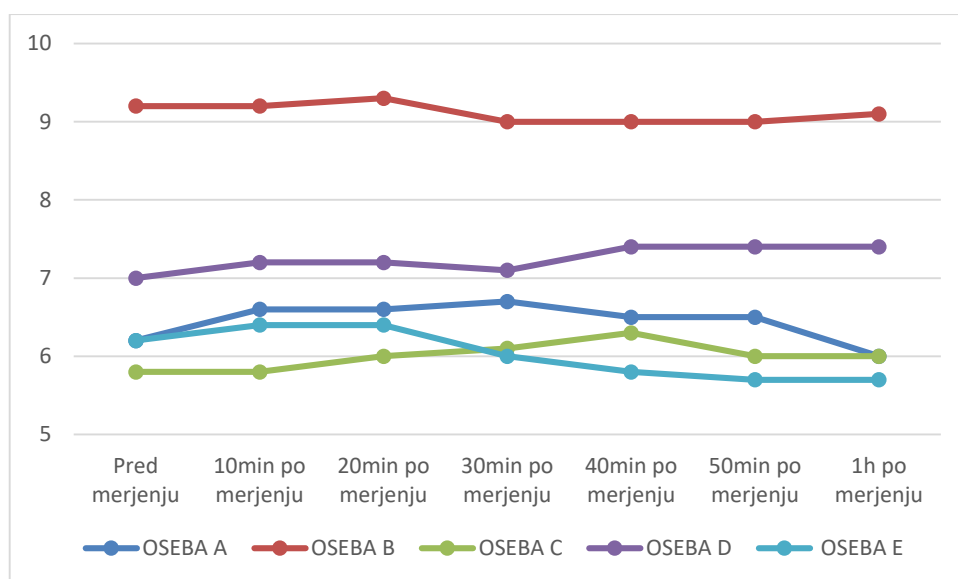
V nadaljevanju v grafih 1, 2, 3 in 4 prikazujeva, kako so se gibale vrednosti krvnega sladkorja po zaužitju posameznih izbranih sladil.

**Graf 1: Vrednost sladkorja v krvi po zaužitju sladila eritritol**



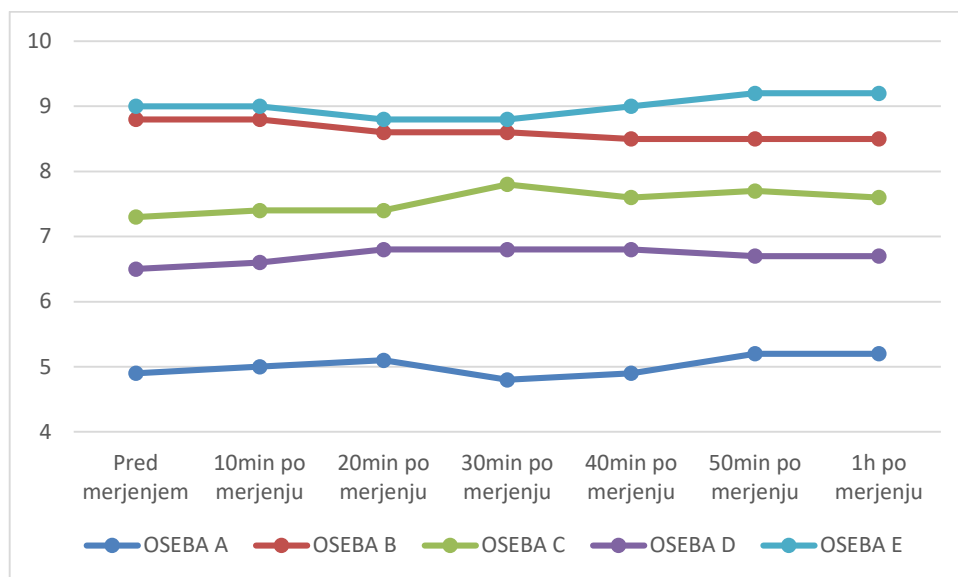
Iz grafa 1 razberemo nihanja vrednosti krvnega sladkorja pri vseh petih osebah, ki so neznatna. Le oseba D je začela z merjenjem krvnega sladkorja v višji vrednosti od ostalih (7,4 mmol/l), vendar tudi pri njej sladilo eritritol ni dvignilo vrednosti krvnega sladkorja.

**Graf 2: Vrednost sladkorja v krvi po zaužitju sladila stevia**



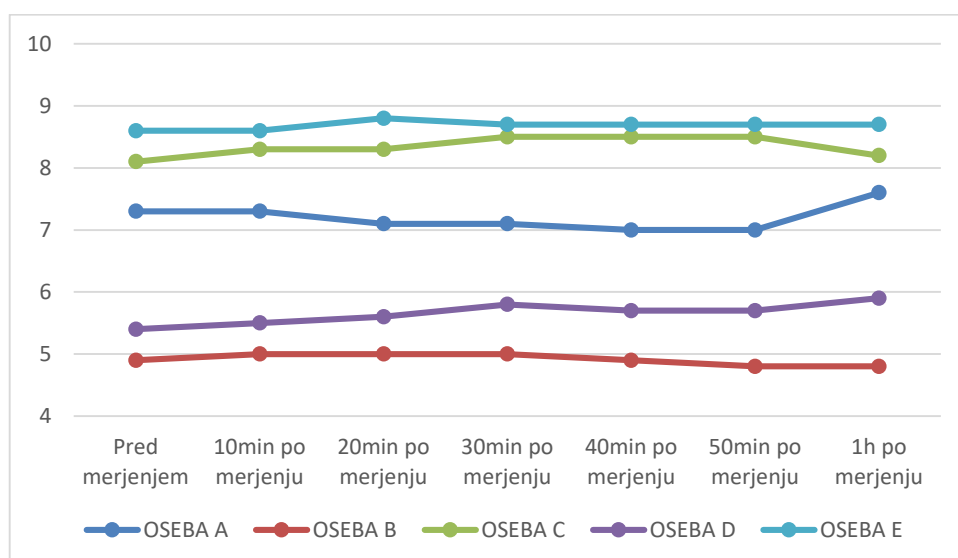
Iz grafa 2 razberemo, da razlike v vrednosti krvnega sladkorja pred merjenjem in eno uro po njem ne presegajo 1 mmol/l. Razlike v vrednostih so sicer večje kot pri sladilu eritritol, vendar kljub temu ne moremo trditi, da ima sladilo stevia vpliv na porast vrednosti krvnega sladkorja.

**Graf 3: Vrednost sladkorja v krvi po zaužitju sladila sukrin**



Graf 3 jasno prikazuje, da so razlike med merjenjem višine krvnega sladkorja pred zaužitjem sladila sukrin in eno uro po merjenju izredno majhne. Prav tako kot razlike prej opisanih sladil jih pripisujemo običajnemu nihanju krvnega sladkorja v telesu. Ker ne presegajo 1 mmol/l, sklepamo, da sladila ne dvigujejo krvnega sladkorja.

**Graf 4: Vrednost sladkorja v krvi po zaužitju sladila ksilitol**

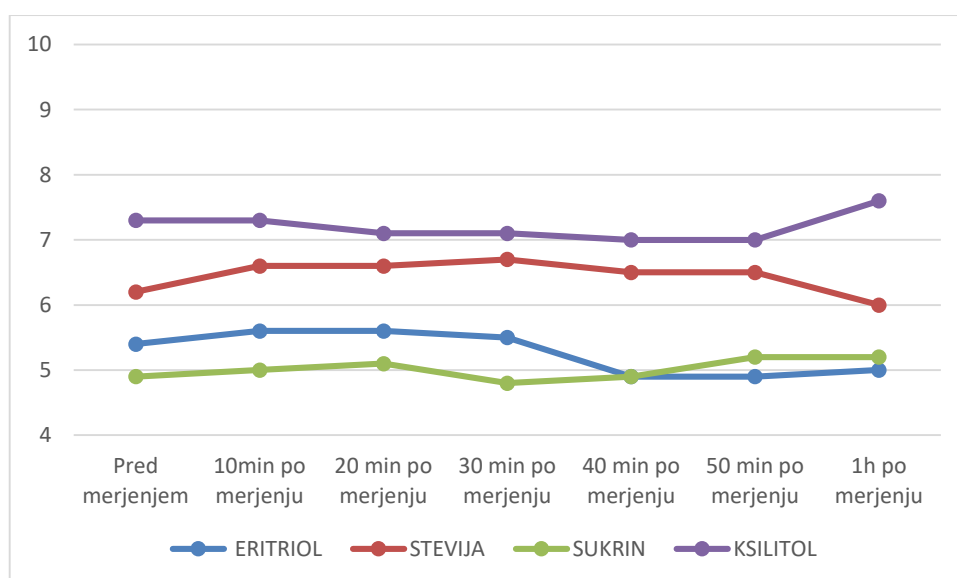




Iz grafa 4 razberemo, da so pri sladilu ksilitol razlike v vrednostih krvnega sladkorja majhne. Ker razlike ne presegajo 1 mmol/l, tudi ksilitol uvrščamo med nekalorična sladila, ki jih lahko uporabljajo tudi diabetiki in služijo kot dober nadomestek sladkorja.

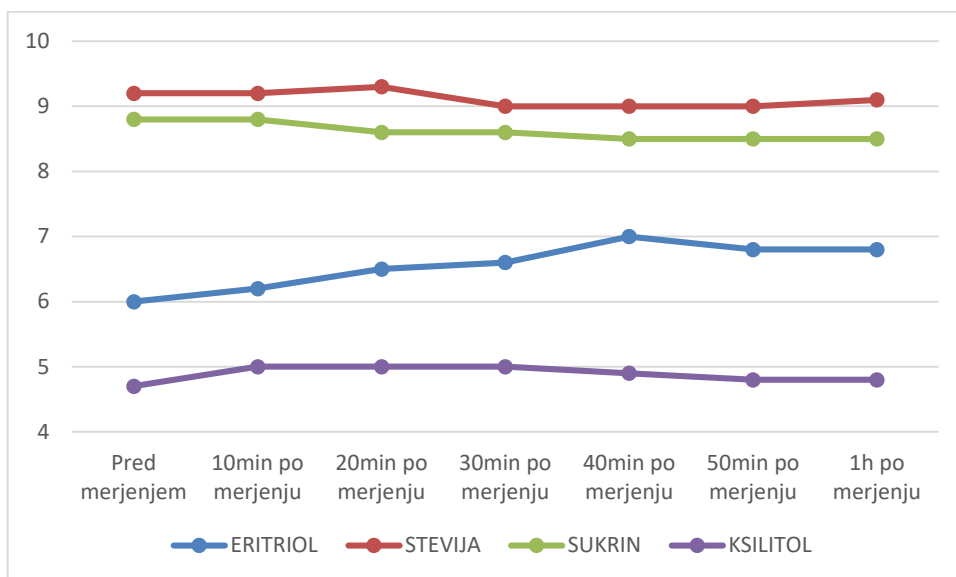
Nadalje smo primerjali gibanje vrednosti krvnega sladkorja pri petih odraslih osebah s sladkorno boleznijo tipa 1 glede na vrsto zaužitih sladil. Osebe smo označili z velikimi tiskanimi črkami A, B, C, D in E.

**Graf 5: Gibanje vrednosti krvnega sladkorja glede na različna sladila pri osebi A**



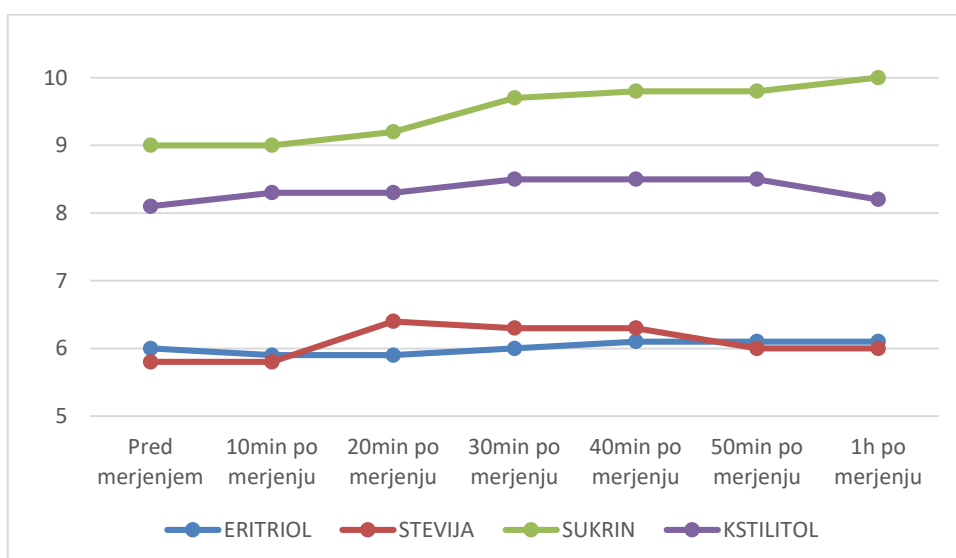
Iz grafa 5 razberemo, da so bile pri osebi A razlike v vrednostih krvnega sladkorja pred zaužitjem izbranih sladil in po poteku ene ure zelo majhne. Te razlike pripisujemo normalnemu nihanju krvnega sladkorja, saj na telo in posledično krvni sladkor stalno vpliva več različnih dejavnikov.

**Graf 6: Gibanje vrednosti krvnega sladkorja glede na različna sladila pri osebi B**



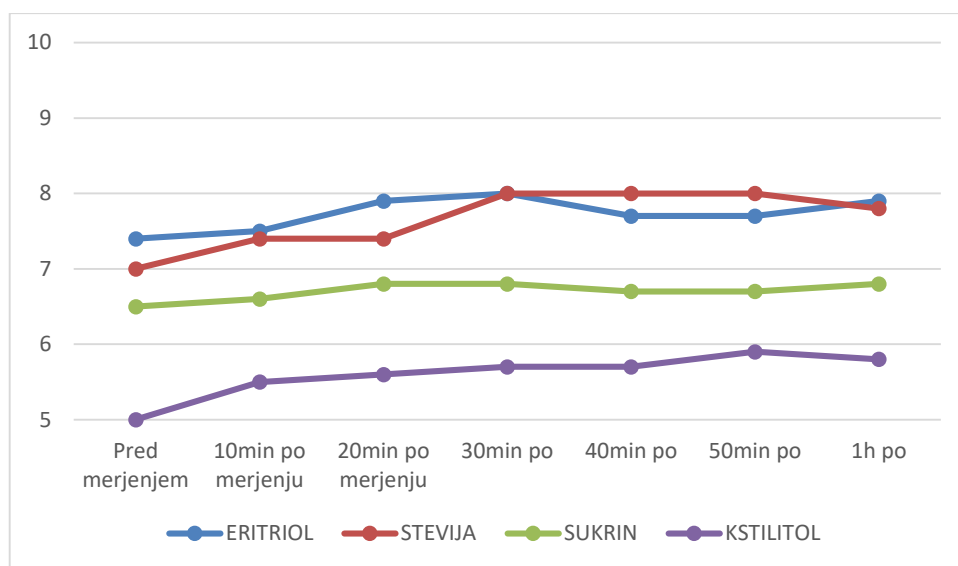
Iz grafa 6 razberemo, da so pri osebi B razlike v vrednostih krvnega sladkorja zelo majhne. Največji približek razlike do 1 mmol/l je opaziti pri sladilu eritritol. Razlika je tako majhna, da ne moremo trditi, da dviguje krvni sladkor. Tudi v tem primeru pomislimo na vpliv mnogih drugih dejavnikov, ki vplivajo na nihanje krvnega sladkorja.

**Graf 7: Gibanje vrednosti krvnega sladkorja glede na različna sladila pri osebi C**



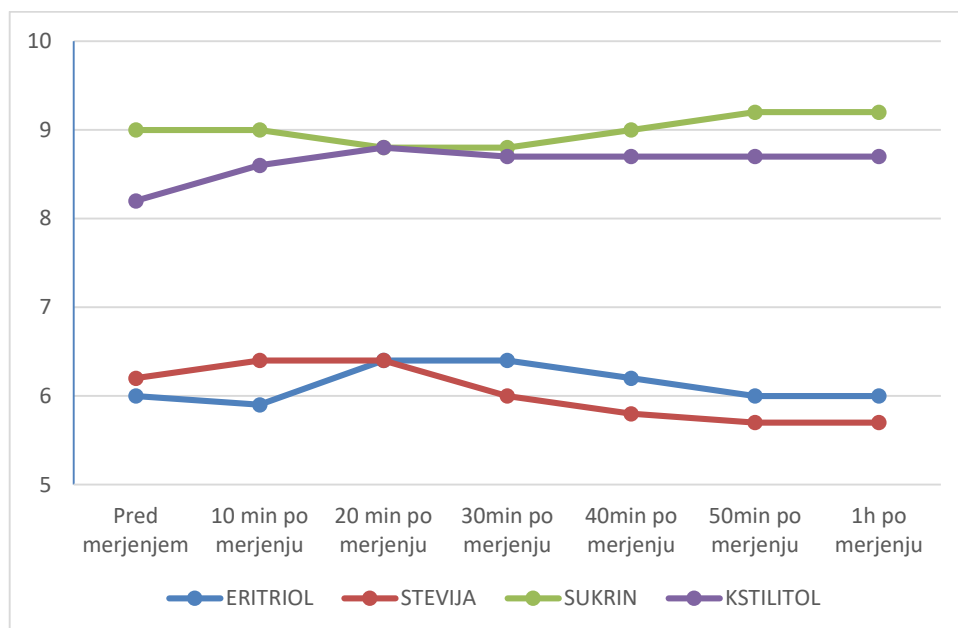
Graf 7 pokaže, da so razlike v vrednosti krvnega sladkorja pri večini zaužitih sladil majhne, le pri sladilu sukrin se vrednost krvnega sladkorja zviša za 1 mmol/l. Razlika je tako majhna, da ne moremo sklepati o vplivu sukrina na dvig vrednosti krvnega sladkorja.

**Graf 8: Gibanje vrednosti krvnega sladkorja glede na različna sladila pri osebi D**



Iz grafa 8 je razvidno, da so bile razlike v vrednosti krvnega sladkorja pred zaužitjem sladil in kasnejših časovnih intervalih stabilne, z zanemarljivimi odstopanji. Kot pri vseh osebah do sedaj tudi pri osebi D ne moremo trditi, da sladila dvigujejo krvni sladkor.

**Graf 9: Gibanje vrednosti krvnega sladkorja glede na različna sladila pri osebi E**



Graf 9 potrjuje predhodne ugotovitve. Razbrati je, da se pri sladilu stevia sladkor po eni uri celo zniža. Tudi tega znižanja ne moreva povsem zagotovo pripisati sladilu, ker je vrednost premajhna, zanemariti pa ne moreva tudi vpliva drugih dejavnikov.

## 4.2 Intervju

Odgovore na vprašanja intervjuvancev smo predstavili v treh tabelah, ki smo jih oblikovali glede na vsebino. Vsaka tabela predstavlja zaokroženo smiselno celoto, na osnovi katere smo opravili interpretacijo in sklepali.

**Tabela 8: Odgovori intervjuvancev glede uživanja sladil – 1. del**

|   | Vprašanje                                       | A                                                                | B                     | C                            | D                       | E                                   |
|---|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Katera sladila uživate?                         | - eritritol<br>- stevia                                          | - stevia              | - eritritol                  | - eritritol             | - eritritol<br>- stevia<br>- sukrin |
| 2 | Katero vrsto hrane ali pijače z njimi sladite ? | - kava<br>- čaj<br>- pecivo                                      | - pecivo<br>- sladice | - kava<br>- čaj<br>- sladice | - sladice               | - sladice                           |
| 3 | Kako pogosto uporabljate sladila?               | - pri kavi in čaju vsak dan<br>- 1-krat tedensko pri peki peciva | - 2-krat mesečno      | - 3-krat tedensko            | - 1- do 2-krat tedensko | - 1-krat tedensko                   |

Intervjuvane osebe, odrasle osebe s sladkorno boleznijo tipa 1 so povedale, da v svoji prehrani najpogosteje uporabljajo sladilo eritritol. Oseba C je navedla tudi razlog, in sicer ga uporablja zato, ker je od ponujenih v trgovini najcenejši. Trije od petih oseb uporabljajo tudi sladilo stevia in ena sukrin. Nobena od intervjuvanih oseb v svoji prehrani ne uporablja sladila ksilitol.

Vse osebe uporabljajo sladila za sladkanje peciva in/ali sladice, dve od petih intervjuvanih z njimi sladijo kavo in/ali čaj. V povprečju to počnejo 1- do 2-krat tedensko, redkeje 3-krat tedensko, le ena oseba 2-krat mesečno.

**Tabela 9: Odgovori intervjuvancev glede uživanja sladil – 2. del**

|   | Vprašanje                                                                                                           | A  | B  | C  | D              | E         |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----------------|-----------|
| 1 | Ali ste po zaužitju izbranih sladil opazili porast vrednosti sladkorja v krvi ?                                     | ne | ne | ne | ne, ni razlike | ne        |
| 2 | Ali ste po zaužitju izbranih sladil čutili več telesne energije v primerjavi z zaužitjem belega trsnega sladkorja ? | ne | ne | ne | ne             | ne        |
| 3 | Ali ste v dnevu, ko ste zaužili izbrano sladilo, opazili spremembe v vrednosti krvnega sladkorja tekom celega dne ? | ne | ne | ne | ne             | ne        |
| 4 | Ali ste po zaužitju izbranega sladila čutili zaspanost ali utrujenost?                                              | ne | ne | ne | ne             | ne, nisem |

V tabeli smo uporabili izraz »izbrano sladilo«, saj smo ugotovili, da so vsi intervjuvanci na vprašanja, ali je posamezno sladilo, s katerim so si po zaužitju merili vrednost krvnega sladkorja, odgovarjali enoznačno. Njihovi odgovori se tudi ujemajo z vrednostmi krvnega sladkorja, ki so se pokazale kot rezultat merjenja. Vrednosti so prikazane v predhodnih tabelah 2, 3, 4 in 5.

Kot so pokazale že meritve krvnega sladkorja, sladila, s katerimi so si odrasle osebe s sladkorno boleznijo tipa 1 merile krvni sladkor, ni bilo opaziti dviga vrednosti krvnega sladkorja. Tudi v nadaljevanju dneva ne. Pri tej trditvi je treba upoštevati, da so osebe v nadaljevanju dneva najbrž uživale različno hrano, bile različno aktivne in bi bil morebiten dvig vrednosti krvnega sladkorja lahko povezan tudi z drugimi dejavniki. Sladila tudi niso dala telesu dodatne energije, prav tako niso povzročila zaspanosti ali utrujenosti.

**Tabela 10: Odgovori intervjuvancev glede potežitve potrebe po sladkem okusu – 3. del**

| Intervjuvane osebe | Vprašanje                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | Ali vam je zaužitje »izbranih sladil« potešilo naravno potrebo po sladkem okusu ?                                                                                                                                                                                                        |
| <b>A</b>           | Da, zaužitje umetnih sladil mi popolnoma poteši potrebo po sladkem. Vseeno, katero sladilo užijem, učinek je enak.                                                                                                                                                                       |
| <b>B</b>           | V vsakodnevnem življenju uživam le stevio, zato za druga sladila ne morem povedati. Stevia mi zadosti potrebo po sladkem.                                                                                                                                                                |
| <b>C</b>           | Ja, po zaužitju sladil, s katerimi sem si pri tem merjenju meril krvni sladkor, nisem čutil nobene potrebe po »pravem« sladkorju. Sicer uporabljam samo eritritol. Danes sem vesel, ker sem spoznal tudi druga sladila. Včasih namreč eritritola v trgovini zmanjka.                     |
| <b>D</b>           | Da, ne potrebujem belega sladkorja. Sladila uporabljam le v prehrani, zlasti pri pecivih. Skrbno gledam, v kakšni količini sladkam z naravnimi ali umetnimi sladili in so mi povsem dovolj.                                                                                              |
| <b>E</b>           | Sladila uporabljam že leta, povsem mi zadostijo potrebo po sladkem okusu. Danes niti ne bi mogla več uživati navadnega belega sladkorja, saj se zavedam njegove škodljivosti za zdravje. Pa tudi hiter dvig sladkorja v krvi je zame zelo obremenjujoč in slabo počutje traja dalj časa. |

Odgovori intervjuvancev so pokazali, da sladila, s katerimi so po zaužitju merili krvni sladkor, povsem zadovoljijo njihovo potrebo po sladkem okusu. Pri tem upoštevamo dejstvo, da intervjuvane osebe živijo s sladkorno boleznijo že leta in so se morda navadile uporabe sladil.

## 5 ANALIZA IN INTERPRETACIJA REZULATOV

### 5.1 Interpretacija rezultatov

Meritve vrednosti krvnega sladkorja z inzulinsko črpalko so pokazale pričakovane rezultate. Na osnovi teoretičnih postavk smo sicer pričakovali manjša odstopanja, ki pa se niso pokazala v takšni meri, da bi vplivala na rezultat.

Vrednosti krvnega sladkorja se pri osebah s sladkorno boleznijo tipa 1 po zaužitju sladil eritritol, sukrin, ksilitol in stevia niso spremenila do te mere, da bi lahko zaključili, da dvigujejo krvni sladkor. Osebe, ki so si v krvi merile višino krvnega sladkorja, so potrdile, da so tako majhna odstopanja običajna, saj na višino krvnega sladkorja vplivajo tudi drugi dejavniki, kot na primer stres, slabo počutje in podobno. Rezultati tudi potrjujejo karakteristike izbranih sladil, ki so sladkorni alkoholi. Zanje je značilno, da jih telo ne more absorbirati v kri, pač pa jih pot vodi preko tankega črevesa v debelo črevo, skozi katerega se nato izločijo. Na ta način tudi ne morejo dvigniti vrednosti sladkorja v krvi.

Rezultati merjenj tudi niso pokazali razlike v vrednosti krvnega sladkorja po zaužitju različnih izbranih sladil. Ob upoštevanju teoretičnih izhodišč bi morda lahko pričakovali majhen porast vrednosti krvnega sladkorja po zaužitju sladila ksilitol, vendar je alkoholnega sladkorja tako zelo malo, da je vrednost zanemarljiva. Domneva se nam je pojavila tudi pri sladilu eritritol, kje teoretski zapisi navajajo, da je tovrstno sladilo edino, kjer alkoholni sladkor delno preide v kri. Sklepamo, da ga očitno kot drugi alkoholni sladkorji telo ne presnavlja, zato se izloči. Porasta vrednosti krvnega sladkorja tako ne more biti.

Nadaljnje rezultate raziskave smo dobili na osnovi intervjuja.

Glede na teoretične postavke, da so sladila brezkalorična in imajo torej ničeln energetski vnos, je bilo pričakovati, da ne prispevajo k dodatni telesni energiji. To trditev so na osnovi lastnih občutkov in posledično izjav potrdile intervjuvane osebe.

Osebe, ki so uživale sladila, se po zaužitju niso počutile utrujene ali zaspane. Sklepamo, da so k temu prispevale normalne vrednosti sladkorjev v krvi in energetski vnos, ki je bil ničeln.

Zanimalo naju je tudi, ali sladila lahko nadomestijo naravno potrebo človeka po sladkem okusu. V raziskavi se je pokazalo, da vključenim osebam sladila »prinašajo« dovolj sladkega okusa, za kar so enotno izrazile potrditev. Takšen rezultat smo tudi pričakovali, saj teoretična izhodišča navajajo, da imajo sladila okus, podoben saharozi. Pri tem je pomembna količina zaužitega sladila, saj različna sladila dosegajo različne deleže sladkosti v primerjavi s saharozo (od 30 do 75 %). Meniva tudi, da se to še posebej izrazi pri bolnikih s sladkorno boleznijo, saj se zavedajo bolezni, s katero živijo in imajo odgovoren odnos do nje in do svojega zdravja.

## **5.2 Vrednotenje hipotez**

Glede na pridobljene rezultate merjenj krvnega sladkorja, pridobljene podatke intervjujev in pregledane vire teoretskih znanj v nadaljevanju vrednotimo hipoteze.

**Hipoteza 1:** Sladila ne dvigujejo sladkorja v krvi.

Potrdili smo, da sladila ne dvigujejo krvnega sladkorja. To trditev odločno potrjujejo izmerjene vrednosti krvnega sladkorja pri bolnikih s sladkorno boleznijo tipa 1.

**Hipotezo 1 smo potrdili.**

**Hipoteza 2:** Med različnimi sladili ni razlik glede na vpliv porasta sladkorja v krvi.

Z drugo hipotezo smo predvidevali, da med različnimi sladili ni razlik v vrednosti krvnega sladkorja. Pomislek smo imeli pri sladilu ksilitol, vendar se je izkazalo, da tudi to sladilo ne dviguje krvnega sladkorja.

**Hipotezo 2 smo potrdili.**

**Hipoteza 3:** Sladila ne prispevajo k povečani količini telesne energije.

Z individualnimi razgovori v obliki intervjuja smo dobili potrditev, da sladila telesu ne prispevajo dodatne energije.

**Hipotezo 3 smo potrdili.**

**Hipoteza 4:** Sladila ne povzročijo zakasnelega občutka utrujenosti in zaspanosti.



V četrti hipotezi smo predvidevali, da sladila ne povzročajo občutka utrujenosti ali zaspanosti tudi še kasneje po zaužitju ne. Potrdilo smo dobili v intervjujih.

**Hipotezo 4 smo potrdili.**

**Hipoteza 5:** Sladila zadovoljijo potrebo po sladkem okusu.

Z metodo intervjuja smo dobili potrditev, da sladila telesu zadovoljujejo potrebo po sladkem okusu.

**Hipotezo 5 smo potrdili.**

### **5.3 Samoevalvacija raziskovalnih metod in raziskovalnega dela**

V postopek raziskovanja smo vključili pet odraslih oseb s sladkorno boleznijo tipa 1. Zavedamo se, da je to za zbiranje in potrjevanje dokazov majhen vzorec, vendar smo že pri iskanju sodelujočih v raziskavi imeli težave. Kar nekaj časa je trajalo, da smo na osnovi osebnih znanstev pridobili pet odraslih oseb za sodelovanje. To je toliko težje tudi zato, ker je več ljudi s sladkorno boleznijo tipa 2. Meritve krvnega sladkorja pri njih zagotovo ne bi bile toliko zanesljive, saj njihova trebušna slinavka delno še proizvaja hormon inzulin, kar bi vplivalo na vrednost krvnega sladkorja.

Pri raziskovalnem delu smo naleteli na težavo pri ločevanju v smislu določevanja umetnih in naravnih sladil. Ko smo iskali informacije v različnih virih, smo ugotovili, da isto sladilo nekateri uvrščajo med naravna, drugi pa med umetna sladila. Ko smo iskali vzrok, smo ugotovili, da je uvrščanje sladila med umetne ali naravne prepuščeno trgu, saj različni trgovci, zlasti spletni, navajajo različne informacije. Vzrok smo iskali tudi v definiciji procesa fermentacije. Definicije so navedene zelo strokovno, pri trgovcih pa je razumevanje definicije najbrž različno. Če upoštevajo definicijo, da je fermentacija naravni proces pretvorbe sladkorja v alkohol, je sladilo naravno. Če pa upoštevajo definicijo, da je fermentacija kemična reakcija, pri kateri mikroorganizmi organske spojine spremenijo v alkohol, je sladilo umetno. Kakorkoli že, menimo, da je tudi na tem področju potrebna zakonska določitev, ki se v vseh virih poenoteno uporablja.

## 6 SKLEP

Veseli nas, da smo se lotili tega področja raziskovanja. Imamo občutek, da smo ljudem s sladkorno boleznijo tipa 1 prispevali nekatera nova spoznanja, do katerih najbrž ne bi prišli sami ali pa bi potrebovali več časa in volje. Glede na to, katera sladila uporabljajo v vsakodnevni prehrani, so spoznali nekatera nova. Pomembna se nam namreč zdi primerjava, torej več vključenih v raziskovanje, ki lahko med seboj rezultate primerjajo, izmenjujejo izkušnje in iščejo nove rešitve za čim kakovostnejšo vodenje sladkorne bolezni.

Ob oblikovanju naloge smo se veliko naučili. Navdušila sta nas tako vsebina kot raziskovalni pristop, zato bomo zagotovo z raziskovanjem tega področja nadaljevali. Opravljamo prve samostojne korake v raziskovalnem delu. Tekom naloge smo naleteli na mnoga vprašanja, ki so povezana z znanjem biologije, kemije in fizike. Zato menimo, da nama bo v prihodnje z vidika osnovnih teoretičnih znanj zagotovo lažje. Vodi pa naju tudi izjemno dober občutek, da smo z raziskovanjem tega področja pomagali zainteresiranim bolnikom s sladkorno boleznijo tipa 1 in tudi ostalim ljudem, ki si prizadevajo za bolj zdrav način življenja.

V sklepu se tako vračamo k naslovu najine raziskovalne naloge. Menimo, da je ključna odločitev posameznika pri tem, ali bo hrano in pijačo, ki jo uživa, sladkal z običajnim belim sladkorjem ali bo posegel po sladilu. Morda gre zelo preprosto tudi brez. Odločitev prepuščamo posamezniku.

## 7 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Danes je na trgovskih policah pestra ponudba sladil. Menimo, da jih ne uporabljajo le bolniki s sladkorno boleznijo, ampak jih zaradi spremenjenega načina življenja uporablja vse več ljudi. Narašča zavedanje, da sodoben način življenja prinaša več hitrega in nezdravega prehranjevanja, narašča število delovnih mest z elektronskimi mediji, kjer je zelo malo gibanja, preživljanje prostega časa v nakupovalnih središčih in podobno. Na osnovi tega želimo opozoriti na naslednje:

- Na embalaži sladil, ki jih kupimo v trgovini, ni enotnih podatkov o tem, kakšna je vsebnost posameznih hranil. V našem primeru gre za vsebnost ogljikovih hidratov in sladkorjev ter kaloričnost, torej vnos hranil in energetske vnosi. Ugotovili smo, da so podatki odvisni od proizvajalca oz. znamke posameznega sladila. Prav bi bilo, da bi bilo to področje zakonsko urejeno.
- Pri prebiranju različne literature smo zasledili, da mnogi trgovci oglašujejo sladila kot prehranska dopolnila. Tega področja se nismo dotikali, saj prehranska dopolnila niso tema naše raziskovalne naloge.

V obeh primerih, ki smo jih navedli kot pomanjkljivosti, želimo opozoriti, da je pri uživanju sladil pomembna in potrebna zmernost. To ne velja le za bolnike s sladkorno boleznijo, pač pa za vse ljudi, ki za svoje življenje oblikujejo zdrav življenjski slog, vključujoč tudi področje prehrane.

## 8 SEZNAM VIROV IN LITERATURE

1. Battelino, T. in Janež, A. (2007). *Insulinska črpalka*. Ljubljana: Didakta.
2. *Eritritol*. (2020). Pridobljeno 16. 1. 2020 iz <https://sl.wikipedia.org/wiki/Eritritolglukomanan-naturevibe>.
3. *Inzulinska črpalka*. (2019). Zaloker & Zaloker d.o.o. Pridobljeno 20. 12. 2019 iz <http://www.zaloker-zaloker.si/si/ponudba/443/detail.html>
4. *Inzulin in sladkorna bolezen* (2019). Pridobljeno 30. 1. 2019 iz <https://sladkorna.si/inzulin-in-zdravila/zdravila-za-sladkorno-bolezen-za-injiciranje-ki-niso-inzulin>.
5. *Kaj je sladkorna bolezen in kakšni so njeni simptomi?* Pridobljeno 10. 12. 2019 iz <https://zdravje.online/sladkornabolezen/?gclid>.
6. Kaloper, U. (2000). *Sladkorna bolezen moja najzvestejša prijateljica*. Ljubljana. Zveza društev diabetikov Slovenije.
7. Kojić, N. (2019). *Kaj pa nekalorična »(umetna«) sladila?* Pridobljeno iz 7.1. 2020 iz <https://www.drfeelgood.si/umetna-sladila>.
8. Kotnik, P., Bratina, N., Kržišnik, C. in Battelino, T. (2006). *Upravljanje krvnega sladkorja*. *Sladkorčki*, 35(1-2), 24-25.
9. *Ksilitol*. (2020). Pridobljeno 17. 1. 2020 iz <https://generacijazdravja.wordpress.com/2007/03/01/kaj-je-ksilitol-v-izdelku-active-white>.
10. Medvešček, M. in Pavčič, M. (2009). *Sladkorna bolezen tipa 2: kako jo obvladati in živeti z njo: sto receptov za zdravo prehrano*. Ljubljana: Littera picta.
11. *Sladila v živilih*. (2020). Pridobljeno 16. 1. 2020 iz <https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/aditivi-v-zivilih/sladila>.
12. *Sukrin*. (2020). Pridobljeno 17. 1. 2020 iz <https://sukrin.com/si/sukrin/kaj-je-sukrin>.

13. Uredba (ES) št. 1333/2008 o aditivih za živila, 345 (2008).

## **9 PRILOGA**

### **9.1 Intervju**

1. Katera sladila uživate?
2. Katero vrsto hrane ali pijače z njimi sladite?
3. Kako pogosto uživate sladila?
4. Ali ste po zaužitju izbranih sladil opazili porast vrednosti sladkorja v krvi?
5. Ali ste po zaužitju izbranih sladil čutili več telesne energije v primerjavi z zaužitjem belega trsnega sladkorja?
6. Ali ste v dnevu, ko ste zaužili izbrano sladilo, opazili spremembe v vrednosti krvnega sladkorja tekom celega dne ?
7. Ali ste po zaužitju izbranega sladila čutili zaspanost ali utrujenost?
8. Ali vam je zaužitje »izbranih sladil« potešilo naravno potrebo po sladkem okusu ?