

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Matouš Franěk

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií

Analýza záznamů ze senzorů pro měření glykémie (CGM, FGM)

Bakalářská práce

2022

Matouš Franěk

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2020/2021

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Matouš Franěk**  
Osobní číslo: **Z19350**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**  
Téma práce: **Analýza záznamů ze senzorů pro měření glykémie (CGM, FGM)**  
Téma práce anglicky: **Analysis of records from blood glucoses monitors (CGM, FGM)**  
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

## Zásady pro vypracování

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanové metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BROŽ, Jan. *Léčba inzulinem*. Praha: Maxdorf, [2015]. Jessenius. 208 s. ISBN 978-80-7345-440-1.  
JIRKOVSKÁ, Alexandra. *Léčba diabetu inzulinovou pumpou a monitorace glykémie: praktická doporučení pro edukaci*. 6. rozšířené vydání. Praha: Maxdorf, [2019]. 112 s. ISBN 978-80-7345-601-6.  
LEBL, Jan, Štěpánka PRŮHOVÁ a Zdeněk ŠUMNÍK. *Abeceda diabetu*. 5. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Maxdorf, 2018. 288 s. ISBN 978-80-7345-582-8.  
PELIKÁNOVÁ, Terezie a Vladimír BARTOŠ. *Praktická diabetologie*. 6. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Maxdorf, [2018]. Jessenius. 816 s. ISBN 978-80-7345-559-0.  
RUŠAVÝ, Zdeněk a Jan BROŽ. *Diabetes a sport: příručka pro lékaře ošetřující nemocné s diabetem 1. typu*. 2. vydání. Praha: Maxdorf, [2020]. Jessenius. 271 s. ISBN 978-80-7345-639-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Kristina Kabíčková**  
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2022**

**doc. Ing. Jana Holá, Ph.D.** v.r.  
děkanka

L.S.

**Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D.** v.r.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 8. března 2022

## PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Práci s názvem *Analýza záznamů ze senzorů pro měření glykémie (CGM, FGM)* jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách

a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 04. 05. 2022

Matouš Franěk v. r.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat mé rodině za podporu při tvoření této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mé vedoucí závěrečné práce za trpělivost, kterou se mnou měla a za čas, který mi věnovala. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat jednomu nejmenovanému diabetologovi za umožnění provedení výzkumu v jeho ordinaci.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na jedno z nejčastějších onemocnění 21. století, kterou je diabetes mellitus (cukrovka). Je zde uvedena historie diabetu, anatomie a fyziologie slinivky břišní a základní přehled typů diabetu. Tato závěrečná práce se podrobněji zaměřuje na měření glykémie.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Diabetes mellitus, CGM, FGM, měření glykémie

## **TITLE**

Analysis of records from glucose monitors (CGM, FGM)

## **ANNOTATION**

This Bachelor thesis focuses on one of the most common diseases of the 21st century, diabetes mellitus (diabetes). In this Bachelor thesis I write about a history of diabetes, anatomy and physiology of the pancreas and a basic overview of types of diabetes. This final work focuses in more detail on the diagnosis and measurement of diabetes.

## **KEYWORDS**

Diabetes mellitus, CGM, FGM, diagnostic of diabetes mellitus

# OBSAH

Úvod.....	11
Cíle.....	12
Teoretická část .....	13
1 Historie diabetu.....	13
1.1 Objev inzulínu.....	13
2 Anatomie a fyziologie slinivky břišní.....	15
2.1 Anatomie .....	15
2.2 Fyziologie.....	15
2.2.1 A buňky ( $\alpha$ ).....	15
2.2.2 B buňky ( $\beta$ ).....	15
2.2.3 D buňky ( $\delta$ ) a PP buňky .....	15
2.2.4 Glukóza .....	15
2.2.5 Inzulín .....	16
3 Diabetes Mellitus .....	17
3.1 Rozdělení diabetu.....	17
3.1.1 Diabetes 1. typu (T1DM).....	18
3.1.2 Diabetes 2. typu (T2DM).....	19
3.1.3 Gestační DM (GDM) .....	19
3.1.4 Ostatní specifické typy diabetu.....	19
3.2 Komplikace DM.....	20
3.2.1 Akutní .....	20
3.2.2 Chronické komplikace diabetu .....	22
4 Diagnostika .....	27
4.1 Měření glykémie .....	27
4.2 FGM – flash monitorace glykémie .....	29
4.3 CGM – kontinuální monitorace glykémie.....	30



Průzkumná (praktická) část .....	33
5 Metodika výzkumné (praktické) části.....	33
5.1 Cíle .....	33
5.1.1 Hlavní cíle.....	33
5.1.2 Dílčí cíle.....	33
5.2 Průzkumné otázky .....	34
5.3 Hypotézy .....	34
5.4 Zpracování dat.....	34
6 Diskuze .....	46
7 Závěr .....	50
8 Použitá literatura .....	51
8.1 Primární zdroje.....	51
8.2 Sekundární zdroje.....	51
8.3 Odborné články .....	51
8.4 Internetové zdroje.....	52
8.5 Ostatní .....	54
8.5.1 Zdroje obrázky.....	55
9 Přílohy.....	56

## SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázek 1 - Injekční glukagon (Glucagón: Qué es, para qué sirve, nombre comercial y más, 2018) .....	21
Obrázek 2 - Desatero prevence syndromu diabetické nohy (Pelikánová, 2018, s. 561) .....	26
Obrázek 3 - FGM (Lewin, 2018) .....	30
Obrázek 4 - CGM – Dexcom (Dexcom, 2022).....	32
Tabulka 1 – Příznaky DM (Pelikánová, 2018, 60-61) .....	17
Tabulka 2 - Klasifikace DM a poruch glukózové homeostázy (PELIKÁNOVÁ, 2018, 61) ...	18
Tabulka 3 - Texaská klasifikace syndromu diabetické nohy (Novák, 2011).....	25
Graf 1 - Počet respondentů .....	35
Graf 2 - Respondenti .....	36
Graf 3 - Věk, počet lidí, počet skenů ze senzoru FGM .....	37
Graf 4 - Průměrný glykovaný hemoglobin v roce 2018 .....	38
Graf 5 - Průměrný glykovaný hemoglobin v roce 2022 .....	39
Graf 6 - Porovnání glykovaného hemoglobinu v roce 2018 a 2022 .....	40
Graf 7 - Průměrný glykovaný hemoglobin v závislosti na pohlaví .....	41
Graf 8 - Počet osob v závislosti na počtu skenů .....	42
Graf 9 - Průměrný glykovaný hemoglobin v závislosti na počtu skenů.....	43
Graf 10 - Time in range .....	44
Graf 11 - Time in range v závislosti na průměrném glykovaném hemoglobinu .....	45

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

<b>č.</b>	Číslo
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>DK</b>	Dolní končetiny
<b>DM</b>	Diabetes mellitus
<b>g</b>	Gram
<b>GDM</b>	Gestační diabetes mellitus
<b>h</b>	Hodin
<b>i.m</b>	Intramuskulárně
<b>i.v</b>	Intravenózně
<b>ICHS</b>	Ischemická choroba srdeční
<b>IU</b>	Jednotka pro množství účinné látky
<b>Lada</b>	Latentní autoimunitní diabetes mellitus
<b>ml</b>	Mililitr
<b>mmol/l</b>	Milimol na litr
<b>PAD</b>	Perorální antidiabetika
<b>př. n. l</b>	Před naším letopočtem
<b>T1DM</b>	Diabetes mellitus 1. typu
<b>T2DM</b>	Diabetes mellitus 2. typu
<b>TIR</b>	Time in range
<b>ZZS</b>	Zdravotnická záchranná služba
<b>HbA1c</b>	Glykovaný hemoglobin

## Úvod

V mé bakalářské práci se budu zabývat onemocněním diabetes mellitus, a to především z pohledu měření glykémie za pomoci novodobých senzorů CGM a FGM. Zajímá mě, jak tato nová technologie, využívaná u měření glykémie, přispívá ke kompenzaci diabetu a tím ke zvyšování komfortu každodenního života diabetiků. V této práci se zaměřím na diabetiky prvního typu.

Chci prozkoumat, jak moc pacienti mající CGM a FGM přístroje, tyto přístroje využívají, a jak často si pomocí těchto zařízení kontrolují hladinu cukru v krvi. Dále mám v úmyslu zjistit, jak často se glykémie diabetiků pohybuje v rozmezích, které jim diabetolog určil jako potřebné pro nezhoršení jejich zdravotního stavu, a zda pohlaví a věk pacientů ovlivňuje toto měření.

Toto téma jsem si vybral z důvodu velkého rozšíření onemocnění diabetes v populaci, a protože počet osob s touto nemocí stále velmi rychle roste. Tato nemoc postihuje všechny věkové kategorie a je diagnostikována v různých obdobích jejich života. V životě zdravotnického záchranáře se s tímto onemocněním budu setkávat denně, proto bych chtěl toto téma více přiblížit mým budoucím kolegům.

## Cíle

Hlavním cílem této bakalářské práce je přiblížit čtenářům problematiku diabetu, která se začíná týkat stále většího počtu lidí v populaci. Čtenáři se také seznámí s využití nových technologií v měření glykémie.

První část je zaměřena na teorii. Pojednává zejména o historii diabetu, tedy o objevení této nemoci a o jejím následném zkoumání. Tato část je zakončena objevem inzulínu. Dalším rozebíraným tématem je anatomie a fyziologie slinivky břišní. Následuje seznámení s různými typy diabetu a s různými komplikacemi spojenými s tímto onemocněním. V závěru teoretické části jsou popsány metody měření glykémie.

Praktická část bakalářské práce se zabývá měřením glykovaného hemoglobinu v krvi. Snaží se potvrdit či vyvrátit hypotézu, že senzory pro měření glykémie (FGM) pomáhají ke kompenzaci diabetu, a tím zvyšují kvalitu každodenního života člověka s onemocněním diabetus mellitus.

## **Teoretická část**

### **1 Historie diabetu**

První zmínky o diabetu vědci vyčetli ze starověkého Ebersova papyru z období kolem roku 1550 př. n. l. V tomto svitku se popisuje smrtelná polyurická nemoc, kdy maso a kosti mizí v moči. (Pelikánová, 2018) Dále zjistili, že příznaky této smrtelné nemoci jsou žízeň, časté močení a hubnutí. První léčba tohoto onemocnění zahrnovala směs ze sladkého piva, pšeničného zrní, naklíčených kukuřičných zrn a zeleného cypřiše. (Historie léčby diabetes mellitus, 2019) Ve 2. století vymyslel název diabetes řecký lékař, Hippokratův student, Aretaeus z Kappadocie (Pelikánová, 2018).

V roce 1674 odlišil Thomas Willis diabetes od ostatních problémů s častým močením tím, že objevil v moči zvýšenou sladkost. (Pelikánová, 2018) Zároveň zavedl ochutnávání moči do běžné lékařské praxe. (Historie léčby diabetes mellitus, 2019) William Cullen roku 1787 přidává přívlastek „mellitus“. Zhruba o 100 let později německý vědec Paul Langerhans objevuje pankreatické ostrůvky, ovšem účel těchto ostrůvků zůstal utajen. (Pelikánová, 2018) V dnešní době tyto buňky známe jako Langerhansovy ostrovy. Jejich funkce odhalil až Jean De Meyer v roce 1909. A pojmenoval hormon, který snižuje cukr v krvi jménem inzulín. (Diabeteksen historia, 2022) Žádný z těchto výzkumů, ale neměnil nic zásadního. Nemoc byla stále smrtící a léčba nebyla. Změna přišla v roce 1921, kdy Frederick G. Banting a Charles H. Best poprvé představují první inzulín z pankreatu psa. O rok později se začíná inzulín z pankreatu (inzulínová injekce) vyrábět a rychle rozšiřovat po celém světě. (Diabeteksen historia, 2022) Koncem 1928 byla v Československu založena první poradna pro diabetiky. V roce 1963 byla založena Česká diabetologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně. 1989 v Saint Vincent v Itálii přijali Saintvincentskou deklaraci, která určuje komplexní programy týkající se diagnostiky, péče, edukace a komplikací diabetu. Tato deklarace je nosným pilířem o péči diabetiků ve všech zemích EU (Kudlová, 2015).

#### **1.1 Objev inzulínu**

Roku 1920 Anglický chirurg jménem Frederick G. Banting přišel s nápadem izolovat vnitřní sekreci pankreatu. Zde začaly první pokusy na psech. A v roce 1921 došlo k posunu. (Hegele, 2020) Frederick G. Banting a jeho student Charles H. Best odebrali zdravému psovi slinivku břišní a tím u něj vyvolali silnou cukrovku. Inzulín poté aplikovali psovi injekčně a zjistili, že u psa došlo k snížení příznaků. Ovšem měli problém připravit dostatečně silný inzulín

pro člověka. Proto požádali biochemika Jamese B. Collipa, aby jim pomohl. První inzulín pro člověka vznikl až v roce 1922. Prvním léčeným diabetikem se stal Leonard Thomson. V roce 1922 se tedy zahájila výroba inzulínu, který se rychle rozšířil po celém světě. Od těchto dob se inzulín neustále vyvíjí, aby péče o lidi s diabetem byla co nejlepší. Do Čech se tento vynález dostal až roku 1923 a výroba u nás začala v roce 1926. Už v roce 1924 byla doporučena místa pro aplikace inzulínu střídat a také byl vytvořen první ošetřovatelský plán, který spočíval v aplikaci malých dávek inzulínu před každým hlavním jídlem. Frederick Sanger v 1953 objasnil chemickou strukturu inzulínu (Kudlová, 2015).

## **2 Anatomie a fyziologie slinivky břišní**

### **2.1 Anatomie**

Slinivka břišní neboli pankreas je malý, nepárový orgán s délkou kolem 12-22 cm. Hmotnost slinivky břišní se odhaduje mezi 60-90 g. Tato žláza má jak endokrinní, tak i exokrinní sekreci. Radíme ji mezi žlázu trávicího systému. Slinivku břišní můžeme rozdělit na tři části: Hlavu pankreatu (caput pancreatis), tělo (corpus pancreatis) a ocas (cauda pancreatis). Dvanáctník obtáčí hlavu pankreatu a vytváří takzvanou podkovu. Tělo slinivky břišní má tvar trojhranu. Zjednodušeně se slinivka břišní nalézá hluboko vzadu pod žaludkem. Ocas je zúženou částí pankreatu a směřuje ke slezině, které se dotýká (Pavl.in, 2015).

### **2.2 Fyziologie**

Endokrinní složka se skládá z Langerhansových ostrůvků. V pankreatu najdeme zhruba jeden milion těchto buněk. Jeden Langerhansův ostrůvek obsahuje kolem 3000 endokrinních buněk. Tyto buňky rozdělujeme dále na: A buňky ( $\alpha$ ), B buňky ( $\beta$ ), D buňky ( $\delta$ ) a PP buňky (Pelikánová, 2018).

#### **2.2.1 A buňky ( $\alpha$ )**

Asi jednu pětinu celého obsahu slinivky břišní zabírají A buňky. Tvoří hormon zvaný glukagon. Ten se začíná produkovat v případě, kdy hladina glykémie (cukru) v krvi je pod hladinou normy. Jedná se o antagonistu inzulínu (Slinivka břišní a její funkce, 2021).

#### **2.2.2 B buňky ( $\beta$ )**

Tyto buňky jsou nejvíce zastoupené v pankreatu. Tvoří zhruba tři čtvrtiny slinivky břišní. Produkují inzulín, který zajišťuje vstup cukru z krve do buněk, svalů a orgánů. Cukr je nesmírně důležitá složka pro chod těla. Zaručuje tělu energii. K poruše produkce inzulínu se vážou různé zdravotní problémy. Může dojít až k smrti (Slinivka břišní a její funkce, 2021).

#### **2.2.3 D buňky ( $\delta$ ) a PP buňky**

Ve zbylé části slinivky břišní nalezneme buňky D a PP. Delta buňky produkují hormon somatostatin, který reguluje produkci hormonů v endokrinním systému. PP buňky (Pankreatický polypeptid) inhibují sekreci pankreatické šťávy a žluči (Slinivka břišní a její funkce, 2021).

#### **2.2.4 Glukóza**

Diabetes je porucha vstřebávání cukru (glukózy). Jedná se o jeden z nejdůležitějších zdrojů pro naše tělo. Celý lidský systém glukózu potřebuje. Glukóza je v našem těle rozkládaná



na energii, kterou využíváme pro jakoukoliv akci našeho těla. Cukr je v těle rozváděný cévním systémem pomocí krve. Hodnota glykémie udává, jak vysokou hladinu cukru máme v krvi (Lebl, 2018).

Glukózu do našeho těla můžeme dostat dvěma cestami. Primární cesta, jak získat cukr je skrze potravu. Většina přijímané potravy, i když není sladká a nemá sladkou chuť, má nějaké procento sacharidů. Ke štěpení sacharidů dochází v tenkém střevě. Tam působí trávicí šťávy a rozkládají potravu na jednodušší prvky. Rozštěpená glukóza se dále vstřebává do krve, pomocí níž je glukóza roznášena k jednotlivým buňkám celého těla. Přebytek glukózy, který není aktuálně potřebný, se ukládá do jater ve formě glykogenu. Jedná se o tzv. glukoneogenezi. Ta probíhá nejen v játrech, ale také v menším rozsahu v kůře ledvin. Glykogen je složen z několika molekul glukózy (Lebl, 2018).

Druhým způsobem, jak se dostane cukr do těla, je rozklad glykogenu uloženého v játrech zpět na molekuly glukózy. Jedná se o tzv. glykogenolýzu. Základní podmínkou pro to, aby se cukr dostal do buněk, je funkčnost hormonu jménem inzulín (Lebl, 2018).

### **2.2.5 Inzulín**

Inzulín je hormon tvořen  $\beta$ -buňkami v Langerhansových ostrůvcích slinivky břišní. Bazální tvorba je mezi 20-40 IU, jedná se o tvorbu, která není závislá na příjmu potravy, a tedy tvoří se neustále. Inzulín zlepšuje vstup glukózy do buněk a inhibuje uvolňování glukagonu (Brož, 2015).

Hlavní léčba diabetu 1. typu někdy i diabetu 2. typu jsou inzulínové přípravky, které jsou vysoce čištěné roztoky inzulínu. Jsou rozděleny na lidské neboli humánní a inzulínová analoga. Zvířecí inzulíny se v dnešní době nepoužívají. Humánní inzulín se vyrábí rekombinantním DNA do buňky bakterie *Escherichia coli* nebo do *Saccharomyces cerevisiae*. Tyto bakterie tvoří inzulín jako produkt svého metabolismu. Humánní inzulíny mají dlouhý nástup účinku a působí déle. Inzulínová analoga vznikla za účelem co nejlepšího napodobení fyziologické produkce inzulínu. Jedná se o modifikaci humánního inzulínu za pomoci molekuly, která zkrátí či prodlouží účinek inzulínu. Inzulínové přípravky rozdělujeme podle doby působení na krátce, ultrakrátce, středně dlouho působící inzulíny a inzulíny s prodlouženou dobou účinku – dlouho působící inzulín (Brož, 2015).

### 3 Diabetes Mellitus

DM je porucha vstřebávání glukózy. Hlavním rysem je hyperglykémie neboli zvýšený cukr v krvi. To znamená, že se cukr v tenkém střevě rozkládá, dostane se do krve, ale má problém v přesunu z krve do buněk či orgánů. Příčinou tohoto onemocnění je nízká nebo žádná produkce inzulínu. Tělo bez cukru nemá energii, a tak umírá. Vlivem poruchy se rozvíjejí během času komplikace a dochází ke zhoršení příznaků. Příznaky DM můžeme vidět v tabulce č. 1. (Pelikánová, 2018).

**Tabulka 1 – Příznaky DM (Pelikánová, 2018, 60-61)**

Klinické příznaky		Další projevy	
žízeň (polydipsie)	polyurie, glykosurie	stenokardie	klaudikace
glykosurie	únava	poruchy potence	průjmy
zrakové problémy se zaostřením	malátnost	noční bolesti a parestezie DK	recidivující infekce urogenitálního ústrojí
dech po acetonu	poruchy vědomí	zvýšená kazivost chrupu	trvalé poruchy zraku

#### 3.1 Rozdělení diabetu

DM můžeme rozdělit na několik typů, které se odlišují svou příčinou. Přehledné rozdělení najdeme v tabulce č. 2.

**Tabulka 2 - Klasifikace DM a poruch glukózové homeostázy (PELIKÁNOVÁ, 2018, 61)**

Diabetes mellitus		Poruchy glukózové homeostázy (prediabetes)
I. DM 1. typu		I. Zvýšená (hraniční) glykémie na lačno
A. Imunitně podmíněný	B. idiopatický	II. Porušená glukózová tolerance
II. DM 2. typu		
III. Ostatní specifické typy diabetu		
IV. Gestační DM		

### **3.1.1 Diabetes 1. typu (T1DM)**

#### **3.1.1.1 Imunitně podmíněný**

Nejčastěji se jedná o autoimunitní onemocnění převážně u dětí a dospívajících (85 %). Kdy T – lymfocyty začnou napadat buňky Langerhansových ostrůvků. Zaměřují se hlavně na beta buňky. Tím dojde k narušení sekrece inzulínu. (Chellappan, 2018) Rizikový faktor tohoto autoimunitního onemocnění je genetická predispozice. Častým spouštěčem bývá setkání s nějakým endogenním či exogenním agens. Diagnostika T1DM je velice obtížná. (Pelikánová, 2018) Nemoc může působit bezpříznakově jen pár týdnů nebo klidně až 20 let. (Chellappan, 2018). Jakmile se objeví příznaky znamená to, že může být zničeno více jak 70 % beta buněk. Mnohdy má klinické příznaky diabetu druhého typu. Toto onemocnění je často doprovázeno přidruženými autoimunitními onemocněními. Mezi ně patří například Hashimotova tyreoiditida, perniciózní anemie či celiakie. Lidé, kteří mají T1DM jsou celý život odkázáni na externí podávání inzulínu (Pelikánová, 2018).

#### **3.1.1.2 Idiopatický**

O tomto typu DM nemáme moc informací, ale nachází se v africké a asijské populaci. Příčina je neznáma (Pelikánová, 2018).

### **3.1.2 Diabetes 2. typu (T2DM)**

Příčinou T2DM je špatná reakce těla na vyprodukovaný inzulín nebo malá produkce inzulínu. Z počátku se inzulín produkuje normálně, ale z důvodu špatné reakce se ho vyrábí více. Během času se ovšem produkce inzulínu snižuje (Goyal, 2021).

Mnoho osob na tomto světě si diabetes druhého typu způsobí samy. Až 85 % všech diabetiků mají diabetes druhého typu. Samozřejmě nějakou malou roli zde hraje genetická predispozice, ale z velké části je tato choroba způsobena exogenními vlivy. Za propuknutí diabetu může například nadměrný stres, nadváha, kouření, malá fyzická aktivita, špatná strava. Většinou sem patří lidé, kteří dosáhli 40 roku života. Léčba T2DM je vícestranná. Prvním obvyklým opatřením je dieta v kombinaci s perorálním antidiabetikem (PAD). Léky umí podpořit produkci inzulínu a zlepšit jeho funkci. Tedy zlepšit přístup glukózy do buněk či orgánů. V případě, kdy už nedochází k produkci inzulínu z beta buněk v Langerhansových ostrůvcích, je jedinou léčbou celoživotní aplikace inzulínu (Lebl, 2018).

### **3.1.3 Gestační DM (GDM)**

Jedná se o typ diabetu, který je poprvé detekován během těhotenství, kdy se u žen objeví hyperglykémie. Obvykle postihuje těhotné ženy během druhého a třetího trimestru. Projevuje se to zvýšením glykémie. *Podle Americké asociace diabetiků (ADA) GDM komplikuje 7 % všech těhotenství.* V případě, kdy tento typ DM postihne ženu, má ona i její potomci zvýšené riziko, že se v budoucnu u nich vyvine T2DM (Goyal, 2021).

### **3.1.4 Ostatní specifické typy diabetu**

Jsou způsobené další dysfunkcí beta buněk. (Pelikánová, 2018) Do této skupiny patří např. latentní autoimunitní diabetes mellitus (LADA). Jedná se o formu diabetu způsobenou autoimunitní odpovědí organismu. Rozdíl mezi T1DM a LADOU je pomalejší rychlost ztráty  $\beta$ -buněk a delší doba nezávislosti na inzulínu. Bohužel pacienti s LADA jsou často chybně diagnostikováni jako pacienti s diabetem typu 2. (Maddaloni, 2020).

Další typ diabetu, který sem řadíme je Maturity-Onset Diabetes of Young (MODY). Je to skupina monogenních poruch charakterizovaných autozomálně dominantně dědičnou neinzulínovou dependentní formou diabetu, klasicky se vyskytující v dospívání nebo mladých dospělých letech před dosažením věku 25 let. Často mylně diagnostikován jako diabetes typu 1. (Anik, 2015).

## **3.2 Komplikace DM**

Komplikace DM rozdělujeme na akutní a chronické. U akutních komplikací se jedná o náhlé stavy. Chronické komplikace jsou onemocnění, které trvají dlouhodobě (Pražský, 2014).

### **3.2.1 Akutní**

#### **Hyperglykémie**

Jedná se o nejčastější akutní komplikaci diabetu. Je to stav, kdy dochází ke špatnému vstřebávání glukózy z krve do buněk a tím je způsobená zvýšená hodnota glykémie v krvi. Tato komplikace může vést až k hyperglykemickému kómatu. Příznaky se obvykle objeví, až po překročení hranice glykémie 15 mmol/l (Pražský, 2014).

Mezi příčiny hyperglykémie řadíme vynechání dávky inzulínu, popřípadě snížení dávky, špatnou aplikaci inzulínu, špatné vstřebávání z místa aplikace, dietní chybu, stres, operace, infekce, infarkt, pankreatitidu nebo léčbu diuretiky. Příznaky hyperglykémie jsou například velká žízeň, rozostřené vidění, Kussmaulovo dýchání, sladký zápach a zarudnutí kůže. Léčba zahrnuje podání inzulínu, kontrolu ketolátek v moči a dostatečný přísun tekutin (Kliková, 2015).

#### **Hypoglykémie**

Jedná se o stav, kdy glykémie v kapilární plasmě poklesne pod 3,9 mmol/l. U diabetiků je tato hranice vyšší. Důvodem hypoglykémie bývá většinou příliš mnoho inzulínu, málo potravy, příliš pohybu nebo alkohol (Lebl, 2018). Příznaky jsou spojené se slabostí, zmatením, třesem, bušením srdce, zpotením a s hypoglykemickým kómatem (Jezzina, 2013). Hypoglykémii dělíme na lehké hypoglykemie těžké hypoglykémie (Saudek, 2017).

Léčbě tohoto stavu lze předejít tím, že diabetik bude mít vždy při ruce takzvaně „rychlé cukry“ například kostky cukru, hroznový cukr či jinou sladkost. U těžké hypoglykémie se můžeme setkat s injekčním glukagonem, který můžeme vidět na obrázku č. 1 (Jezzina, 2013). Ve zdravotnických zařízeních a u ZZS se ovšem nejčastěji setkáme s podáním 40% glukózy i.v. Obvykle se podává dávka 40-80 ml dle individuálního stavu pacienta. Osobu nalezenou v bezvědomí s naměřenou hodnotou glykémie pod 2,8 mmol/l, popřípadě osobu nad kterou nemůže nikdo dohlížet po dobu 12 hodin či se suicidálními sklony bychom měli převést do zdravotnického zařízení (Pelikánová, 2018).



**Obrázek 1 - Injekční glukagon (Glucagón: Qué es, para qué sirve, nombre comercial y más, 2018)**

Glukagon, který můžeme vidět na obrázku č. 1, se používá při naléhavých případech těžké hypoglykémie, při kterém si pacient nemůže podat cukr sám. Důvody mohou být například mdloby nebo záchvat.

V krabičce nalezneme injekční stříkačku s roztokem a lahvičkou, která obsahuje prášek glukózy. Stříkačku vyjmeme z krabičky a vstříkneme obsah do lahvičky s glukózovým práškem. Jemně obsah v lahvičce promícháme a natáhneme zpět do stříkačky. Poté aplikujeme osobě subkutánně nebo i.m. Injekční glukagon se v praxi příliš nepoužívá. Důvodem je jeho vyšší cena a krátká expirace (Glucagón: Qué es, para qué sirve, nombre comercial y más, 2018).

### **Diabetická ketoacidóza**

Je akutní metabolická komplikace, která souvisí s hyperglykemií. Je vyvolaná nedostatkem inzulínu a zvýšenou produkcí hormonů působící opačně. V těle dochází k metabolické acidóze z důvodu zvýšené produkce ketolátů, kdy hodnota pH krve klesne pod 7.3 (Pražský, 2014). Tělo se snaží acidózu snížit, a proto zvýší produkci glukagonu. Tím se zvedne hladina

glykémie (hyperglykémie) a začne docházet k nedostatku vody a minerálů. Výskyt této komplikace je velice častý (Pelikánová, 2018).

Hlavní příčiny způsobující diabetickou acidózu se dělí do dvou skupin. První skupinu tvoří příčiny, které souvisí s nedostatečným přísunem inzulínu. Do této skupiny můžeme zařadit nově vzniklý T1DM, anebo pochybení terapie. Druhou skupinu tvoří příčiny externí, jako např. stres, infekce, vaskulární příhody, úrazy a operace (Pelikánová, 2018).

Příznaky ketoacidózy jsou polyurie, dehydratace se suchou kůží a sliznicemi, žízeň, slabost, mlhavé vidění, snížený kožní turgor, tachykardie, hypovolemický šok, hypoventilace a sepse. Léčba spočívá ve změření glykémie a v následném podání inzulínu. Glykémii je potřeba snižovat postupně, abychom nezpůsobili další komplikace (Pražský, 2014).

Nejčastější komplikací diabetické ketoacidózy je snížení až úplné selhání funkce ledvin a v mladším věku může být riziko edému mozku. K dalším komplikacím patří také vaskulární příhody, různé infekce, srdeční arytmie, cévní trombózy a hyperglykemické kóma. Léčba zahrnuje zavodnění těla pomocí velkého množství tekutin, a to například i.v. podáním izotonického roztoku chloridu sodného (0,9). Dále je potřeba upravit hladinu kaliumu (draslíku) podáním inzulínu. Zároveň je v tomto případě velké riziko cévních trombóz, proto se k této léčbě přidává i preventivní a antikoagulační léčba heparinem či hepariny s nízkou molekulovou hmotností (Pelikánová, 2018).

### **3.2.2 Chronické komplikace diabetu**

#### **Retinopatie**

Diabetickou retinopatii řadíme mezi jednu z nejhorších a nejčastějších komplikací diabetu. Je to nejčastější typ slepoty u lidí v produktivním věku a má ji zhruba jedna třetina všech diabetiků. Oči jsou hlavním příjemcem informací z okolního světa a jejich ztrátou se kvalita života razantně sníží. Tato komplikace se studuje již mnoho let, ale přesná příčina je stále záhadou. Víme, že základní roli hraje kolísání cukru v krvi. Dlouhodobá hyperglykémie vede k poškození mikrocirkulace (Pelikánová, 2018).

Rizikové faktory vzniku retinopatie jsou špatná léčba diabetu (hyperglykémie), hypertenze, zvýšená hodnota cholesterolu, antikoncepce a kouření. K příznakům diabetické retinopatie patří rozmazané vidění, zhoršené vnímání barev, plovoucí mušky a záblesky v oku až úplná slepota. Příčinou je drobné poškození cév na sítnici, kdy z nich unikají tekutiny a tím dojde ke špatnému registru obrazu. Diabetickou retinopatii můžeme rozdělit na neproliferativní diabetickou retinopatii, která je formou s nejméně závažnými příznaky. Další fází je

proliferativní diabetická retinopatie. Jedná se o pokročilou fázi diabetické retinopatie, kdy dochází k mimořádnému růstu cév. V této fázi se už objevují příznaky zhoršování zraku. Následná fáze se nazývá diabetická makulopatie, kdy uchází tekutina z poškozených cév a dochází k lokálnímu otoku a ztlustění sítnice. Poslední fází je signifikantní makulární edém. V tomto stádiu se otok zhoršuje a je zde riziko trvalé ztráty zraku. Léčbou je operace. Mezi komplikace této fáze můžeme zařadit krvácení do sklivce, odchlípnutí sítnice, zelený a šedý zákal a optickou neuropatii. Na léčbě a prevenci se podílí režimová a farmakologická léčba rizikových faktorů a specializovaná oftalmologická léčba. Důležité je, aby diabetik chodil preventivně na roční kontroly zraku (Vilímovský, 2019).

### **Diabetická nefropatie**

Jedná se o postupující dlouhodobé onemocnění ledvin, které může přejít až do terminálního selhání ledvin. Dochází k proteinurii, hypertenzi a poklesu funkce ledvin. Příčinou je postupné poškození buněk ledvin, tzv. nefronů, které filtrují naši krev. Stav poškození ledvin se měří dle množství albuminu v moči. Patogeneze není dosud známá, ale víme, že velkou roli zde hraje trvalá hyperglykémie a hypertenze (Pelikánová, 2018). Do určité míry je rizikovým faktorem genetická predispozice. Dalšími faktory jsou kouření, nadváha, další diabetické komplikace (Tým rehabilitace.info, 2020).

Onemocnění ledvin má pět stadií. Prvním stádiem je „glomerulární hypertrofie a hyperfiltrace“. Toto stádium mají všichni nově vzniklí diabetici. Dochází k zvětšení ledvin, vyšší hodnota glomerulární filtrace a zvýšené vylučování albuminu močí. Po zahájení léčby inzulinem se funkce ledvin vrací do normálu. Poté dochází k „latentní fázi“, která trvá 2-5 let v závislosti na metabolické kompenzaci, kdy není poznat žádných změn. Obvykle po 10 letech od určení diagnózy přechází onemocnění ledvin do třetího stádia tzv. „incipientní diabetické nefropatie“. V tomto stádiu je v moči stále přítomný albumin a stále narůstá. Čtvrtá fáze tzv. „manifestní diabetická nefropatie“ začíná v okamžiku, kdy je albumin vylučován ve větším množství jak 300 mg/24 h nebo proteinurie přesahuje hodnoty 0,5 g/24 h a toto množství stále narůstá. Poslední fází je „renální insuficience“. Dochází k poklesu filtrace krve až o 70 % a tím vzniká metabolická acidóza, anémie, hypokalcémie a hyperfosfatémie (Monhart, 2015).

Léčba spočívá v normalizaci stavu a zajištění minimální albuminurie, proteinurie a zpomalení renální insuficience. Zároveň záleží na aktuálním stavu ledvin. Základem je dosáhnout co nejlepší normoglykémie. Současně je potřeba zachovávat krevní tlak v normotenzi, jelikož je



to hlavní faktor při progresi poškození ledvin. Dále je důležité dodržovat hypolipidemickou stravu, zároveň snížit příjem bílkovin a podstatná je i včasná léčba infekce močových cest. V případě renální insuficience je potřeba dodržovat režimová opatření. Snížit maximální příjem vody na 300-500 ml, snížit příjem bílkovin (0,8 g na 1 kg), nekouřit, podávat diuretika a kompenzovat diabetes. V případě, kdy funkčnost ledvin není dostatečná je potřeba využívat hemodialýzu, peritoneální dialýzu, případně podstoupit transplantaci ledvin (Pelikánová, 2018).

### **Diabetická neuropatie**

Jedná se o nejběžnější komplikaci DM. Postihuje nervy v různých oblastech těla. Vyvíjí se postupem času a postihuje asi 50 % všech diabetiků, kteří se léčí s diabetem minimálně dvacet pět let. Důvodem vzniku neuropatie je dlouhodobá hyperglykémie. Ta může trvale poškodit mozek a zároveň je zde vysoké riziko vzniku křečů. Mezi rizikové faktory řadíme nadváhu, kouření, kardiovaskulární onemocnění, hypertenzi, alkohol a vysokou hladinu tuků. Příznaky mohou být různorodé. Symptomy mohou kolísat od nevydržitelných bolestí až po mravenčení a poruchy citlivosti. Dále se mohou projevat slabostí, únavou a špatnou hybností těla. Nejčastěji tyto potíže začínají u dolních periferií. Nakonec může dojít k nevratné ztrátě citlivosti a koordinace, syndromu diabetické nohy, gangréně nebo jen k zácpám či průjmům. Po propuknutí příznaků si na tuto nemoc přijde většinou pacient sám. Specializovaná vyšetření provádí neurolog, který sleduje funkci reflexů a také provádí elektromyografii. Příznaky této komplikace se mohou zmírnit po dobré kompenzaci diabetu a po omezení či léčení rizikových faktorů (Saudek, 2020).

### **Syndrom diabetické nohy**

Jedná se o jednu z nejčastějších chronických komplikací. Způsobuje poškození tkáně dolní končetiny od kotníku směrem dolů. Syndrom diabetické nohy se zaměřuje na různé stupně poškození cév a nervů u pacientů s diabetem. Syndrom diabetické nohy se obvykle vrací a pacient s ním má doživotní komplikace. Mnohdy dochází k infekcím (Niklová, 2020).

Hlavními faktory, které způsobují syndrom diabetické nohy jsou diabetická neuropatie, angiopatie, infekce, snížení pohyblivosti. Nejčastější příčiny, které urychlují ulceraci jsou hyperglykémie, špatná obuv (otlak), popáleniny, drobné úrazy, ragády a různé infekce. Následky diabetické neuropatie je porucha vnímání tepla, dotyku a bolesti (Pelikánová, 2018).

Klasifikace poškození diabetické nohy je podle Wagnera nebo Meggita má pět stupňů. V 1. stupni se jedná o povrchovou ulceraci. 2. stupeň popisuje na hlubší ulceraci. 3. stupeň

definován hlubokou ulcerací, případně nějakou povrchovou ulcerací s infekcí. 4. stupeň popisuje lokalizovanou gangrénu a poslední 5. stupeň pojednává o gangréně celé nohy. Jako další klasifikace se používá Texaská klasifikace syndromu diabetické nohy, kterou můžeme vidět na tabulce č. 3. Tato klasifikace je taky zaměřená na vznik infekce (Pelikánová, 2018).

**Tabulka 3 - Texaská klasifikace syndromu diabetické nohy (Novák, 2011)**

Stupeň Stadium	0	I	II	III
	preulcerace, léze po ulceraci – vše kompletně epitelizované	povrchová ulcerace bez poškození šlach, kloubních pouzder nebo kostí	ulcerace zasahující k šlachám nebo kloubním pouzdrům	ulcerace zasahující ke kostem nebo kloubům
A	bez infekce a ischémie	bez infekce a ischémie	bez infekce a ischémie	bez infekce a ischémie
B	infekce +	infekce +	infekce +	infekce +
C	ischémie +	ischémie +	ischémie +	ischémie +
D	infekce a ischémie +	infekce a ischémie +	infekce a ischémie +	infekce a ischémie +

Základní léčbou diabetické nohy je správná diagnostika. Proto se preventivní vyšetření provádí při každé návštěvě diabetické ordinace. Hledají se různé kožní poruchy jako například otlaky, puchýře, plísňe a změny barvy. Nejméně jednou ročně by se mělo provádět speciální vyšetření, které mimo jiné obsahuje: vyšetření poruchy citlivosti nohou monofilamenty a ladičkou nebo podobnou metodou, vyšetření kožní teploty na nohou, zhodnocení obuvi a neinvazivní odhadnutí angiopatie. Léčba se odvíjí od daného stupně poškození. Nejlepší je se úplně vyhnout této komplikaci a myslet vždy na prevenci. Na obrázek č. 2 je uvedeno, co je dobré dodržovat a čeho bychom se měli vyvarovat, abychom co nejvíce předešli této komplikaci (Pelikánová, 2018).

1. Noste správné boty, nechodte bosí. Pokud již máte vřed na nohou nebo postižení kostí nohy, používejte správně odlehčovací pomůcky.
2. Denně nohy prohlížejte; pokud na ně nevidíte, můžete použít zrcátka nebo požádat rodinného příslušníka.
3. Udržujte správnou hygienu – denní mytí nohou ve vlažné vodě nedráždivým mýdlem, dobře osušit a ošetřit podle potřeby protiplísňovým zásypem. Vhodné je nohy procvičit.
4. Odstraňujte zatvrdlou kůži, např. pemzou, promazávejte nohy denně vhodným hydratačním krémem.
5. Myslete na to, že máte nohy snížene citlivé na teplo, tlak a bolest a chraňte se před poraněními (otlaky z bot, popáleniny, necitlivost při puchýřích apod.). Nechodte bosí.
6. Navštěvujte pravidelně odbornou pedikúru, nezraňte se ostrými předměty.
7. Navštivte vždy odborníky, máte-li oteklé nohy, změnu barvy kůže, zatvrdlou kůži na nohou, puchýře, praskliny, poranění (která vždy dobře dezinfikujte) nebo vředy.
8. Naučte se, jak poznat infekci rány (např. podle kožní teploty a lokálních známek na noze, ale také podle zhoršení kompenzace diabetu apod.
9. Nekuřte.
10. Při každé návštěvě svého lékaře dbejte na to, aby byla vašim nohám věnována pozornost.

**Obrázek 2 - Desatero prevence syndromu diabetické nohy (Pelikánová, 2018, s. 561)**

### **Diabetická kardiomyopatie**

Jedná se o dysfunkci srdečních komor u osob trpící DM. Je způsobena metabolickými změnami v těle. Projevu je se levou či pravou komorovou nefunkčností, která může způsobit srdeční selhání. Nachází se u diabetiků, u kterých můžeme vyloučit ostatní příčiny kardiomyopatie. To znamená hypertenze, ICHS nebo chlopenní vady. Zvýšený výskyt mohou mít lidé s metabolickým syndromem, hypertenzí, dyslipidemií, obezitou a hyperglykémie (Pražský, 2014).

Diabetická kardiomyopatie je onemocnění bez příznaků ale může se objevit při stresovém podnětu třeba dušnost. Největší prevencí srdečního selhání je včasné zjištění. Na diagnostiku kardiomyopatie se používá echokardiografie s dopplerovským vyšetřením anebo také magnetická rezonance. Hlavním krokem léčby je léčba ICHS, arteriální hypertenze, kontrola srdečního rytmu a dodržování režimových opatření (nekouřit, nepožívat alkohol, léčba obezity) (Pelikánová, 2018).

## 4 Diagnostika

Pro diabetiky je velice důležité, aby věděli, jakou mají hladinu glykémie v krvi. Každý diabetik by si měl provádět takzvaný „self-monitoring“, kdy si pacient měří svou glykémii sám. Ale to neznamená změřit si hodnotu glykémie jedenkrát denně, ale je potřeba provést denně nejlépe 8 až 10 skenů. V zásadě platí, čím více, tím lépe, protože pokud diabetik zná svůj aktuální stav, může předcházet mnohým komplikacím diabetu.

V případě, že se zjistí, že má pacient na lačno zvýšenou glykémii (nad 7,0 mmol/l) či pokud mu během dne bylo naměřeno více jak 11,1 mmol/l, můžeme nabýt podezření, že u pacienta se může začínat projevovat diabetes. Pokud byla naměřena hladina cukru v krvi v rozmezí 5,6 – 6,9 mmol/l je vhodné doplnit měření ještě zátěžovým testem s cukrem. Jedná se o tzv. „oGTT“ (Orální glukózový toleranční test) (Wohl, 2016).

Zátěžový test s cukrem se provádí tak, že se odebere krev a poté se pacientovi nechá vypít velmi sladké pití, které obsahuje alespoň 75 g cukru. Následně se po 2 hodinách opět odebere krev. U zdravého člověka by glykémie neměla přesáhnout 7,8 mmol/l. Pokud je glykémie vyšší, jedná se nejspíše o nějakou poruchu s produkcí inzulínu což je příznak pomalu se vyvíjejícího DM (Toma, 2022).

### 4.1 Měření glykémie

Je doporučeno měřit si glykémii před každým hlavním jídlem. Podle aktuální hladiny glykémie a odhadnutých sacharidů ve snědeném jídle se vypočítá další dávka inzulínu. Důležitým pravidlem je, aby se pacient nedostal do hypoglykémie, kdy by hodnota glykémie klesla pod hodnotu 4 mmol/l. Dobré je měřit si glykémii ještě 2 hodiny po jídle čím se ověří, že dávka podaného inzulínu je správná. Naměřená glykémie by se měla držet mezi hranicemi 5-7,5 mmol/l. Důležité je také změřit si glykémii před spánkem, aby se pacient vyvaroval rizika, kdy mu během noci klesne glykémie pod hodnoty normy a upadne do bezvědomí. Není totiž jisté, že by případné příznaky hypoglykémie pacienta vzbudily. Hranice glykémie před spánkem by měla být nad 6 mmol/l a ideální by bylo měření glykémie i v průběhu noci, nejlépe kolem 2. hodiny ranní. Pravidlem bývá noční nízká glykémie a ranní vysoká glykémie. Ideální počet měření je 8 - 10x denně (Brož, 2015).

Nejdůležitějším pravidlem je změřit si glykémii před začátkem jakékoliv fyzické aktivity či nějaké činnosti. Ideální hladina glykémie je mezi 5,5 – 10 mmol/l. Pokud je ale hodnota při dolní hranici doporučuje se sníst 10–20 g sacharidů. Při strachu z hypoglykémie vůbec nevádí začít cvičení s hladinou glykémie nad 10 mmol/l, ale pak je potřeba znát hodnotu

ketonurie. Pokud je hladina ketonurie vysoká, je doporučeno necvičit. Po fyzické aktivitě by měl pacient opět provést měření glykémie pro preventivní kontrolu, aby odvrátil případnou hypoglykémii (Rušavý, 2020).

Ukazatel dlouhodobé kompenzace je takzvaný glykovaný hemoglobin (HbA1c). Pomocí něho můžeme posoudit riziko vzniku komplikací diabetu. Udává průběžný přehled o všech glykemiích za posledních 6-8 týdnů. S hyperglykémii stoupá cukr v krvi, a tudíž se může dočasně navázat na hemoglobin. Pokud hyperglykémie trvá dostatečně dlouho, zůstane cukr vázán na hemoglobinu trvale (Jirkovská, 2019).

Nejvíce rozšířený přístroj pro měření glykémie je glukometr. Podle jeho měření je možné upravovat dávky inzulínu, či celý denní režim. Ovšem pro zjištění jeho přesných vypovídajících hodnot je důležité si hodnoty z přístroje zapisovat, a nejlépe i s aktivitami, které byly prováděny kolem času, kdy tyto hodnoty z přístroje vypisujeme. Tyto poznámky jsou velice důležité pro diabetologa, který z nich má možnost vyčíst více věcí a může díky nim zajistit lepší kompenzaci DM. Pacientovi pak může vysvětlit, jak jeho tělo reaguje na různé aktivity, a pacient se tak může vyhnout situacím, kdy u něj dochází k nebezpečným výkyvům hladiny krevního cukru. Existují i různé počítačové programy, do kterým je možné data zapisovat. Tím se zajistí větší přehlednost. Měření je jedno z nejdůležitějších podmínek pro zlepšení kvality života a pro zajištění co nejefektivnější terapie (Brož, 2015).

Hlavní výhodou je rychlé měření glykémie z kapilární krve. K odběru z prstu se používá takzvané odběrové pero, na jejímž konci se nachází jehla. Po přiložení pera na prst se zmáčkne píst a jehla píchne do prstu. Poté se na testovací proužek nanese trochu odebrané krve z prstu. Proužek se zasune do glukometru a na displeji se ukáže hodnota. Velkou nevýhodou tohoto přístroje je, že se pacient musí neustále píchat do prstu, tudíž je jeho kůže na prstech velmi namáhána (Tým rehabilitace.info, 2017).

Inzulínová pumpa je elektronický přístroj, který se dá srovnat s velikostí telefonu. Nosí se na opasku ve speciálním pouzdře či v nějaké kapse. Na přístroj dále navazuje hadička, na jejímž konci se nachází tenká kovová jehla nebo teflonová kanyla s kovovým mandrémem. Tato jehla se zavádí do podkoží břicha, hýždí či stehna.

Inzulínová pumpa má mnoho výhod. Např. diabetik nemusí brzo ráno vstávat, aby si píchl inzulín. Na rozdíl od píchaného inzulínu totiž inzulínová pumpa umožňuje zatím nepřirozenější způsob podání externího inzulínu, kdy je inzulín kontinuálně přiváděný do krve pacienta a lze též velmi snadno regulovat množství inzulínu, které proudí do pacientova těla.

Obvykle se jedná o množství v 0,1 jednotkách za hodinu, ale inzulínová pumpa umožňuje také jednorázový tak zvaný „bolus“. To znamená, že určitý počet jednotek se okamžitě přemístí z inzulínové pumpy do těla. Je to dobré hlavně v případech, kdy se nositel zařízení chystá jíst, a tak si „připíchne“ dávku inzulínu (Jirkovská, 2019).

Velmi důležité je předejít nočním kolísáním glykémie. V této pumpě se nachází obvykle krátkodobý inzulínový analog. Léčbu je možné rozdělit na konvekční (podání maximálně 2 dávek injekce inzulínu) a intenzifikovanou (3 a více injekcí inzulínu denně). Výsledkem použití inzulínové pumpy by měla být co nejlepší kompenzace DM, bez nějak velkých kolísání krevního cukru. Je zde doporučeno měřit se zhruba 4x denně glukometrem (Jirkovská, 2019). Časté měření je hlavním předpokladem k zabránění komplikací.

Nevýhodou inzulínové pumpy je její vyšší cena a navíc je po technické stránce zařízení obtížnější ovládat. Navíc hrozí i další komplikace. Může totiž dojít například k ucpaní hadičky či kanyly, rozpojení systému, vybití baterie, anebo může vzniknout vzduchová bublina (Brož, 2015).

## **4.2 FGM – flash monitorace glykémie**

V současné době se jedná o novou technologii, kterou můžeme vidět na obrázku č. 3. Propojuje prvky měření glukometrem s kontinuální monitorací glykémie. Skládá se ze senzoru a čtečky. Čtečka po okamžitém přiblížení načte data ze senzoru. Jako čtečka je použitelný i telefon. První den se může senzor kalibrovat, mohou se tedy objevovat v měření nepřesnosti. Další nepřesnosti mohou vznikat i z toho důvodu, že je glukóza měřena v mezibuněčné tekutině, proto je někdy potřeba doměřit glykémii glukometrem (Krollová, 2019).

Tento systém ukládá data každých 15 minut a také ukládá data po každém přiložení čtečky na senzor. Velkou výhodou tohoto systému je, že se na displeji čtečky ukáže křivka nebo graf za posledních 8 hodin. Navíc se zde ukazují šipky, které značí, kam momentální glykémie směřuje. Z paměti je pak možno dostat data z většího časového úseku do počítače (Krollová, 2019).

Naproti tomu je nevýhodou to, že tento systém neobsahuje alarmy. Proto je pro některé diabetiky doporučeno používat spíše kontinuální měření glykémie (CGM). Tento systém má obrovskou výhodu. Diabetici se nemusí neustále píchat do prstu a díky tomu se mohou měřit kdykoliv je potřeba (Jirkovská, 2019). Sken hodnot glykémie proběhne při přiložení čtečky k senzoru, který je obvykle na paži, a používá se pro následné změření aktuální glykémie.

Nachází se pouze u senzoru FGM zatím co senzor CGM měří a skenuje hodnoty neustále každých zhruba 5 minut. Pro zjištění hladiny glykémie stačí otevřít jen například aplikaci na smartphonu (Krollová, 2019).

Hodnoty glykémie je doporučeno měřit za pomoci senzoru FGM alespoň 10x denně. Pokud pacienti využívající senzory pro měření glykémie splní toto doporučení, mají tuto technologii proplácenou zdravotními pojišťovny (Krollová, 2019).

Díky FGM mohou diabetici svoje onemocnění dobře skrýt, protože stačí jen přiložit telefon k paži, a to i přes oblečení. Musíme ale mít na zřeteli, že naměřené hodnoty nejsou úplně aktuální, protože zde vzniká zpoždění zobrazení hodnoty glukózy po úpravách hyperglykémie a hypoglykémie (Jirkovská, 2019).



**Obrázek 3 - FGM (Lewin, 2018)**

### **4.3 CGM – kontinuální monitorace glykémie**

Na obrázku č. 4 můžeme vidět novodobou metodu, která měří v pěti minutových intervalech hladinu glukózy v mezibuněčné tekutině. Skládá se ze tří částí, ze – senzoru, vysílače a přijímače. Senzor je ve tvaru tenké ohebné elektrody, která je zavedená do podkoží. Obvykle jsou to místa v podkoží, kam se píchá inzulín tedy například stehno, břicho či paže. Životnost senzoru se odvíjí od výrobce. V dnešní době to je něco mezi 6 a 10 dny. Senzor si můžete zavést samy nebo v diabetologické ordinaci. Vysílač vyhodnocuje hodnoty a posílá je do přijímače. V dnešní době jsou již bezdrátové. Signál probíhá každých deset sekund.

Přijímač zachycuje odeslaná data z vysílače a ukládá je do paměti každých pět minut (Krollová, 2018).

Existují dva druhy vysílačů. První druh se nazývá zaslepená verze. Znamená to, že data jsou zaznamenávána do paměti, ale nedají se nikde ihned zobrazit. Zobrazení je možné až po stažení dat do počítače, kde jsou následně vyhodnoceny. V tomto případě je vysílač s přijímačem v jednom zařízení. Druhý typ senzoru se nazývá otevřená verze. Tato verze umožňuje pacientovi sledovat hladiny glukózy na displeji určitého zařízení, který funguje jako počítač u prvního typu. Přijímačem je obvykle nějaký přístroj jako je například inzulinová pumpa nebo telefon. Opět je tady ale možnost stáhnout změřená data do počítače. Hlavní výhodou těchto přístrojů je neustálý přehled o glykémii pacienta a možnost dobré kompenzaci diabetu (Krollová, 2018).

Obvykle se používá inzulinová pumpa a systém CGM pro zlepšení kompenzace. Kontinuální monitorace je vhodná pro všechny diabetiky bez ohledu na typ DM. Základním kamenem funkčnosti kontinuálního měření glykémie je dobrá edukace pacienta. Prvních 24 hodin může být měření glykémie nepřesné, protože se senzor teprve kalibruje a utváří se stabilní prostředí kolem sebe. Kalibraci je nutné provádět při stabilních glykemiích (Jirkovská, 2019).

Pravidla pro zavedení senzoru jsou:

1. Dodržet vzdálenost od kanyly inzulinové pumpy nejméně 5 cm, anebo 7,5 cm od místa kam zavádíme inzulín.
2. Nemít senzor na místech, které jsou stísněné oděvem nebo fyzicky namáhané
3. Místa vpichu senzoru se musí měnit, záleží na pravidlech výrobce
4. Nesmí se zavádět senzor do oblasti pupku ani do jeho blízkosti

Senzory mívají i různé alarmy, které reagují na hyperglykémii a hypoglykémii. Z počátku se doporučuje mít tyto alarmy širší, což znamená alarm na nižší hypoglykémii a vyšší hyperglykémii (Jirkovská, 2019).





Obrázek 4 - CGM – Dexcom (Dexcom, 2022)

## **Průzkumná (praktická) část**

### **5 Metodika výzkumné (praktické) části**

Průzkum mé bakalářské práce jsem zvolil jako analýzu dat ze záznamů přístrojů pro měření glykémie FGM a z dat diabetiků, kteří tento přístroj nemají z různých důvodů.

Respondenti byli diabetici jednoho diabetologa ze všech věkových skupin nad 18 let. Diabetici se senzorem vlastní jen přístroj **FGM** a používají senzor od Free Style Libre. Diabetici bez senzoru se měří pomocí glukometru. Diabetici v ordinaci dostávali senzor postupně podle doporučení diabetologa. Osob se senzorem FGM bylo 49 a bez senzoru FGM 13.

Z dat jsem zaznamenával jejich glykovaný hemoglobin (HbA1c), pohlaví, rok narození, jak často se denně měří a jak často se diabetici nachází v ustanovených hranicích hodnot glykémie, které přednastavil diabetolog.

Ze zaznamenaných dat sesbíraných od diabetiků v roce 2018 jsem zaznamenával HbA1c. Tyto hodnoty byly sesbírány z pravidelných kontrol u diabetologa. Zároveň je rok 2018 období, kdy v ČR byly schválené pojišťovnou přístroje pro kontinuální měření glykémie. Dále jsem zaznamenával HbA1c v roce 2022, abych tyto hodnoty mohl porovnat a tím zjistit kompenzaci diabetiků, popřípadě jejich zlepšení.

#### **5.1 Cíle**

##### **5.1.1 Hlavní cíle**

- Zjistit, zda přístroje pro kontinuální měření glykémie mají vliv na kompenzaci diabetika.
- Zjistit, zda diabetik, který se skenuje často má rozdílné hodnoty a je tedy lépe vykompenzovaný než diabetik, který se měří jen málokrát denně.

##### **5.1.2 Dílčí cíle**

- Zjistit v kolika procentech se glykémie diabetika se senzorem pro měření glykémie (FGM) pohybuje v rozmezích daným diabetologem.
- Zjistit, zda má na toto měření nějaký vliv pohlaví.
- Zjistit počet denních skenů u různých věkových kategorií.
- Zjistit, zda správné dodržování time in range (hodnoty nad 70 %) má kladný vliv na kompenzaci diabetu.

- Kolik procent diabetiků splňuje podmínky pro proplacení senzorů pro měření glykémie (FGM)?

## 5.2 Průzkumné otázky

- Zda senzory pro měření glykémie (FGM) zlepšují kompenzaci diabetu?
- Mají diabetici s větším počtem skenů lepší kompenzaci než diabetici s malým počtem skenů?
- Jak často se glykémie diabetiků drží v hranicích daným diabetologem?
- Ovlivňuje dodržování určitých hodnot TIR diabetes?
- Kolik lidí splňuje podmínky pro proplacení senzorů pro měření glykémie (FGM) od zdravotních pojišťoven?
- Ovlivňuje pohlaví kompenzaci diabetu?
- Kolik denních skenů provede jednotlivá věková kategorie?

## 5.3 Hypotézy

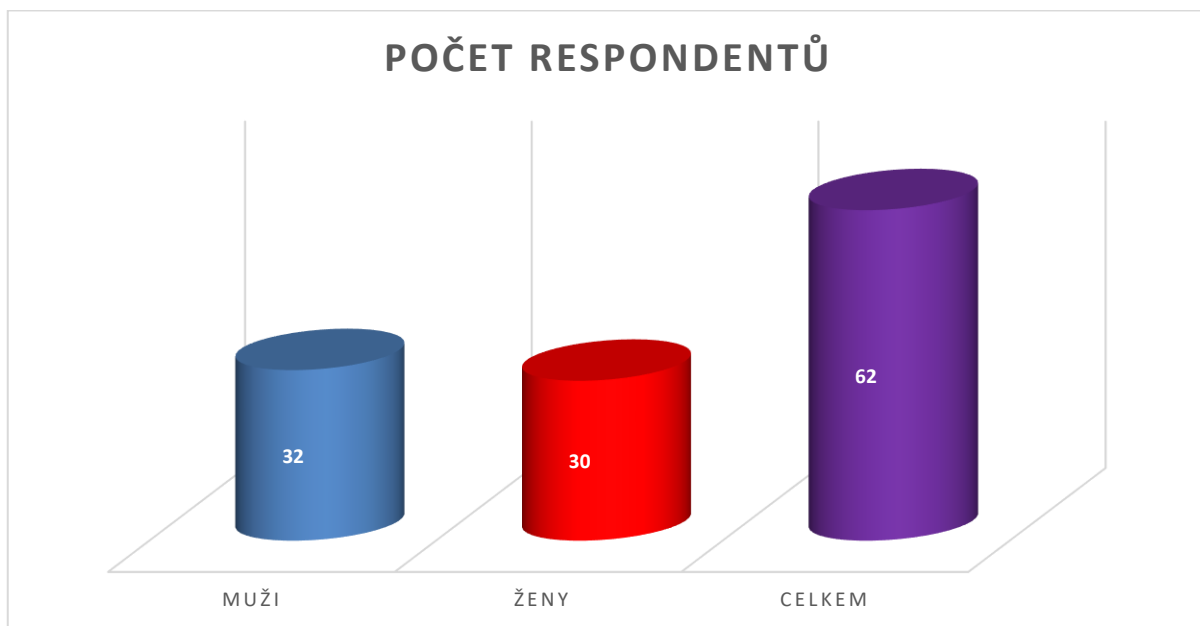
- Senzory pro měření glykémie mají pozitivní vliv na kompenzaci diabetu.
- Diabetik, který se často měří bude mít lepší kompenzaci než diabetik, který se měří málokdy.
- Pohlaví nebude mít vliv na měření či kompenzaci diabetu.
- Mladí lidé do 30 let provedou více skenů denně než starší lidé.
- Čím vyšší time in range snižuje hodnoty glykovaného hemoglobinu.

## 5.4 Zpracování dat

V roce 2018 byly sesbíraná data z pravidelných kontrol u diabetologa. Tyto data jsem opsal. Poté jsem z programu v počítači vytahoval aktuální data z roku 2022. K porovnání výsledků jsem použil matematickou metodu aritmetický průměr a procenta. Ze sesbíraných dat jsem následně analyzoval data pro můj výzkum a výsledky jsem zároveň převedl do grafické podoby.

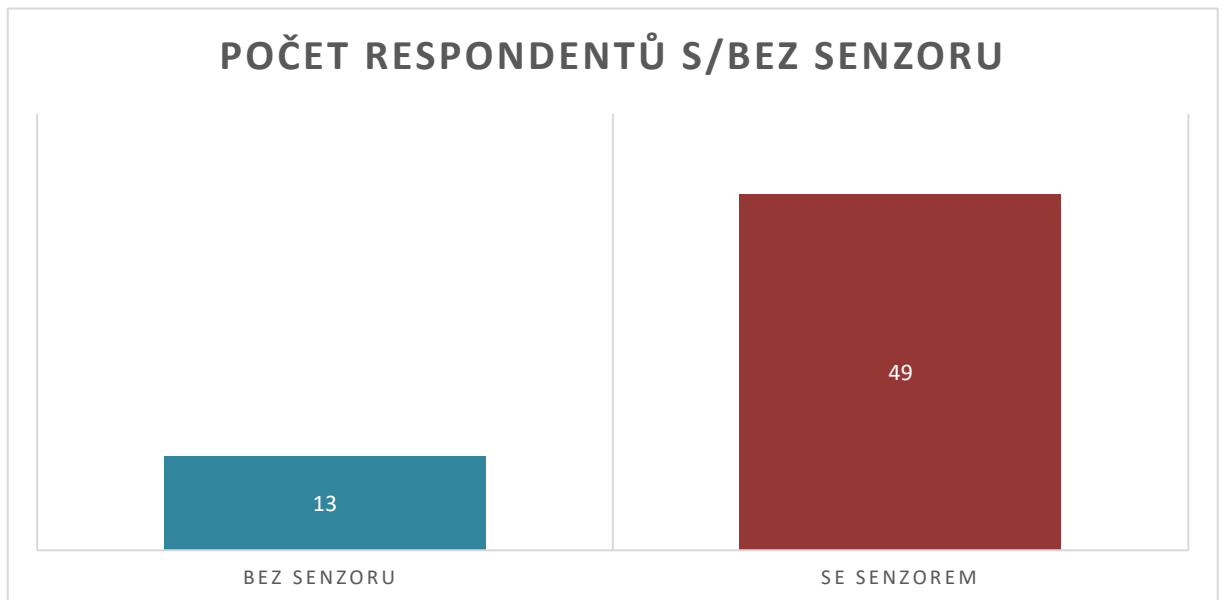
V průzkumné části této bakalářské práce jsem se rozhodl nejdříve více schematicky zcharakterizovat zkoumané skupiny diabetiků.

Získal jsem data celkem od 62 respondentů, kteří navštěvují ordinaci u stejného diabetologa. Z tohoto počtu bylo 30 žen a 32 mužů. Což je 52 % mužů a 48 % žen z celkových počtů vyšetřovaných osob. Poměr pohlaví zkoumaných osob můžeme vidět v grafu 1.



**Graf 1 - Počet respondentů**

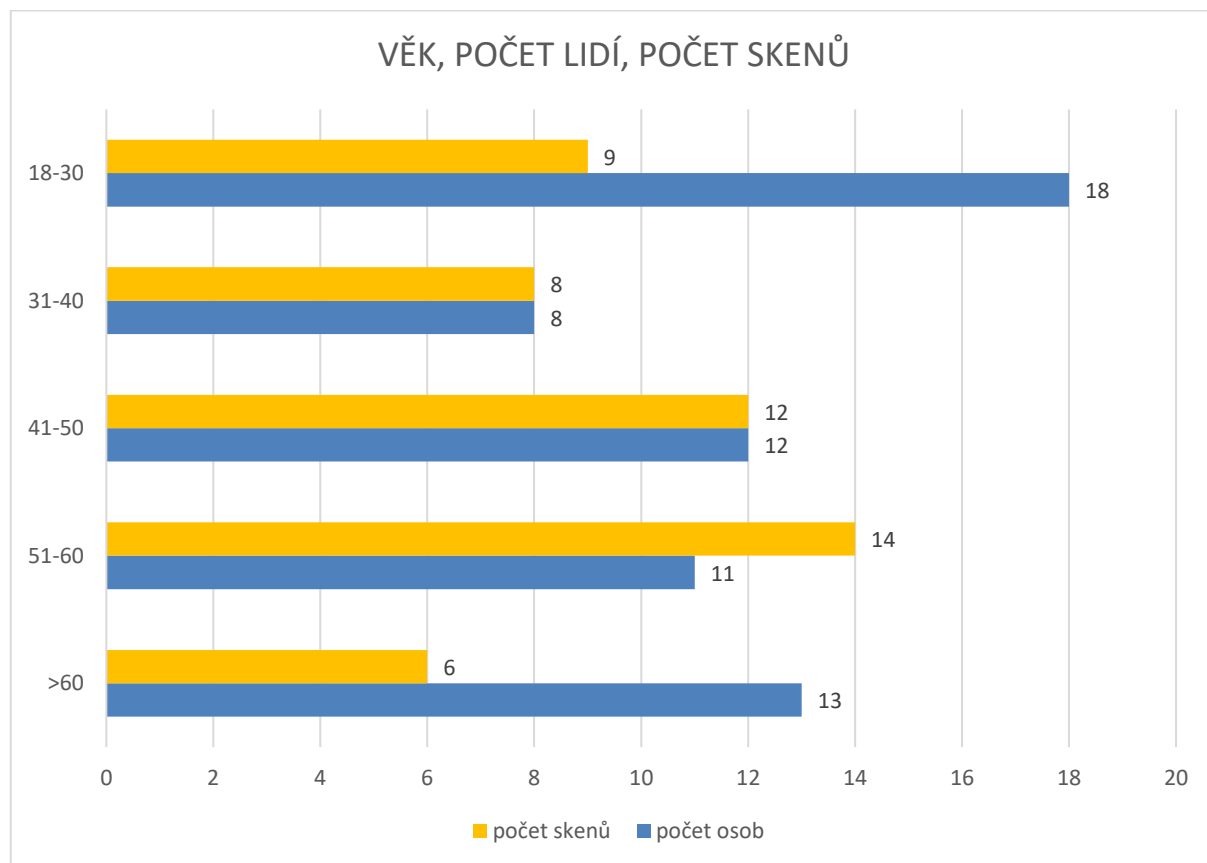
Z celkového počtu zkoumaných osob nemělo senzor pro měření glykémie jen 13 lidí. Zbylých 49 diabetických respondentů mělo senzor FGM. Toto grafické znázornění níže znázorňuje poměr diabetiků se senzorem ku diabetikům, kterým se senzor z neznámého důvodu nedoporučuje.



**Graf 2 - Respondenti**

V grafu číslo 3 nacházíme zobrazení různých věkových kategorií námi zkoumaných jedinců. Z tohoto schématu můžeme vyčíst, že 13 respondentů bylo v době výzkumu starších 61 let. 11 diabetiků bylo ve věkovém rozmezí od 51 let do 60 let. Třetí nejpočetnější skupinou diabetiků byla skupina od 41 let do 50 let, kde bylo 12 lidí. Nejméně početná skupina se skládala z 8 respondentů ve věkové kategorii od 31 let do 40 let. Nejvíce početná byla skupina jedinců, kteří ještě nedosáhli 30 let. Bylo jich 18.

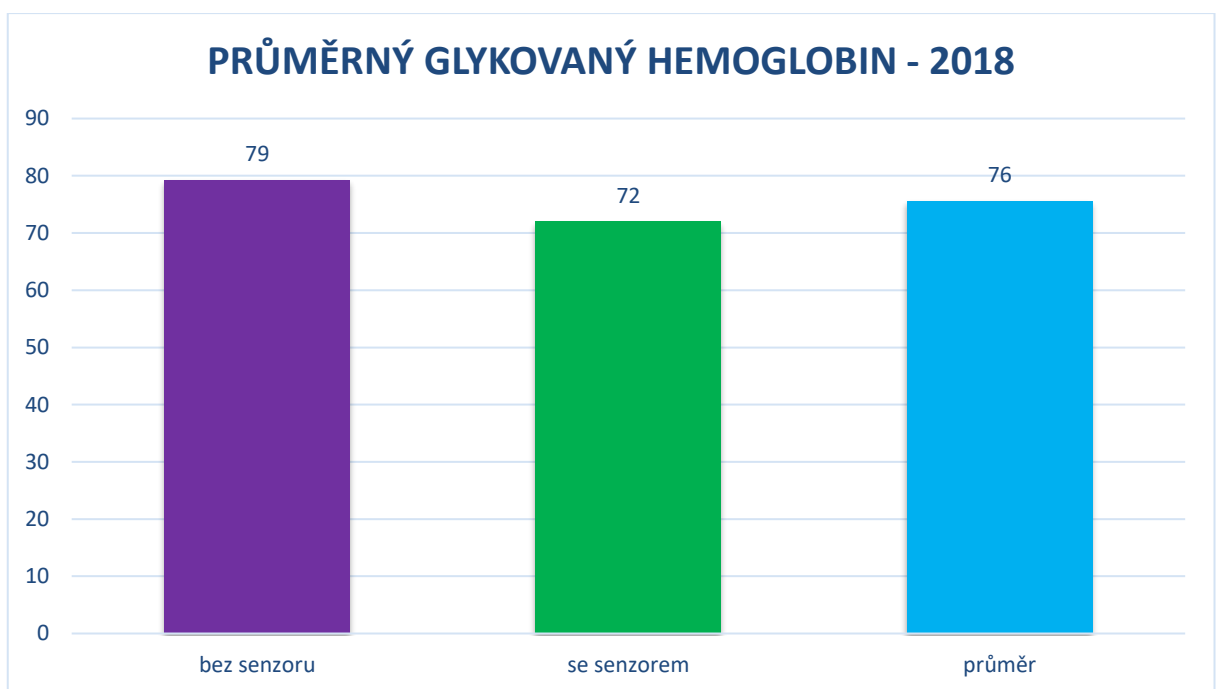
Ve druhé části tohoto schématu se zaměřujeme na počet denních skenů u jednotlivých věkových kategorií. Nejhůře dopadla skupina nad 61 let s průměrnými 6 skeny denně. Nejlepší skupina byla skupina lidí mezi 51 a 60 roky života s 14 průměrnými denními skeny. Jako druhá nejlepší skupina dopadla skupina mezi 41 a 50 roky, která měla 12 průměrných denních skenů. Nejhůře dopadla skupina mezi 30 a 40 roky života s průměrnými 8denními skeny. A na závěr tu máme skupinu pod 30 let, která měla průměrně 9denních skenů.



**Graf 3 - Věk, počet lidí, počet skenů ze senzoru FGM**

Porovnání průměrných hodnot glykovaného hemoglobinu naměřeného při pravidelné kontrole u zkoumaných diabetiků v ordinaci v roce 2018 v závislost na tom, zda využívají při měření senzor, či nikoli je znázorněno v grafu č. 4.

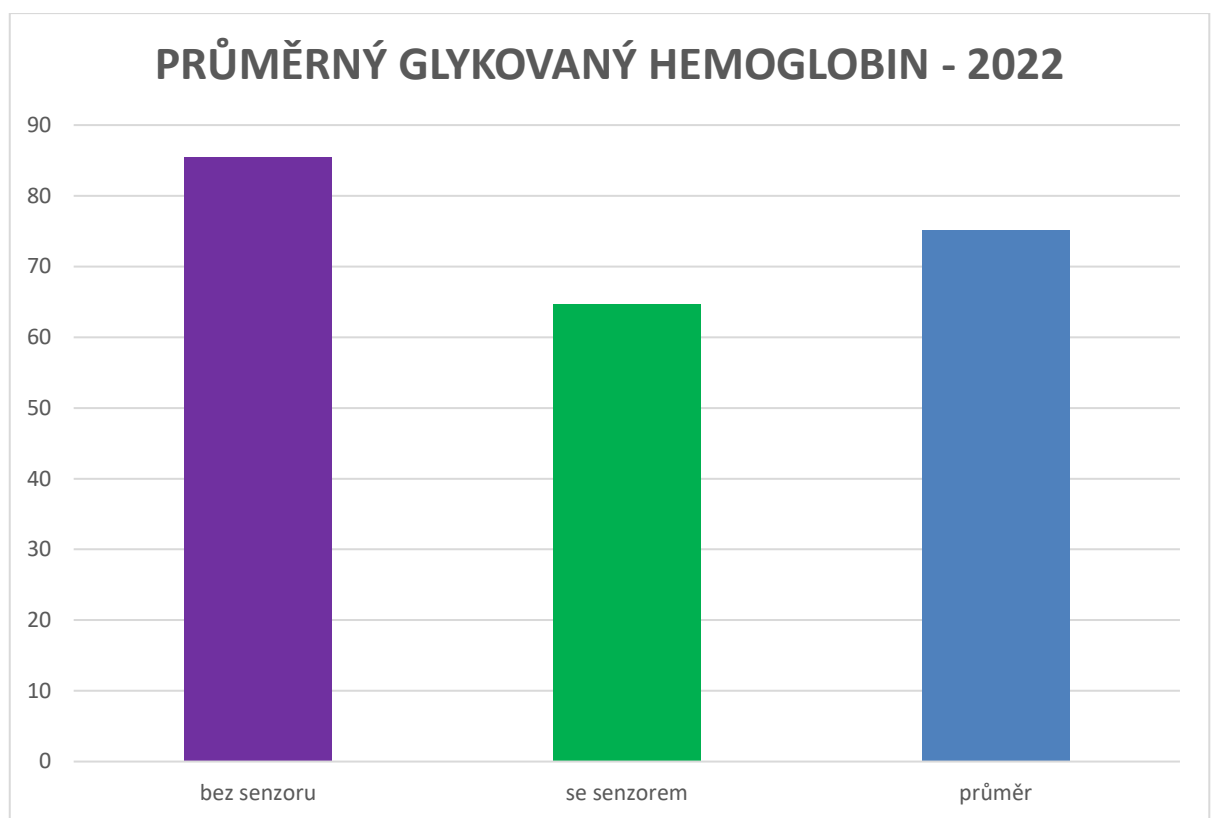
Ten udává, že průměrná hodnota u diabetiků bez senzoru se pohybuje kolem 79 mmol/l. Osoby s onemocněním DM a vlastníci senzor FGM mají tyto hodnoty nižší. Průměrná hodnota lidí se senzorem se pohybuje kolem 72 mmol/l, což je o 7 mmol/l méně než u diabetiků bez senzoru. Celkový průměr glykovaného hemoglobinu v roce 2018 všech zkoumaných osob se pohybuje okolo 76 mmol/l.



**Graf 4 - Průměrný glykovaný hemoglobin v roce 2018**

Porovnání průměrných hodnot glykovaného hemoglobinu naměřeného při pravidelné kontrole u zkoumaných diabetiků v ordinaci v roce 2022 v závislosti na tom, zda využívají při měření senzor, či nikoli je znázorněno v grafu č. 5.

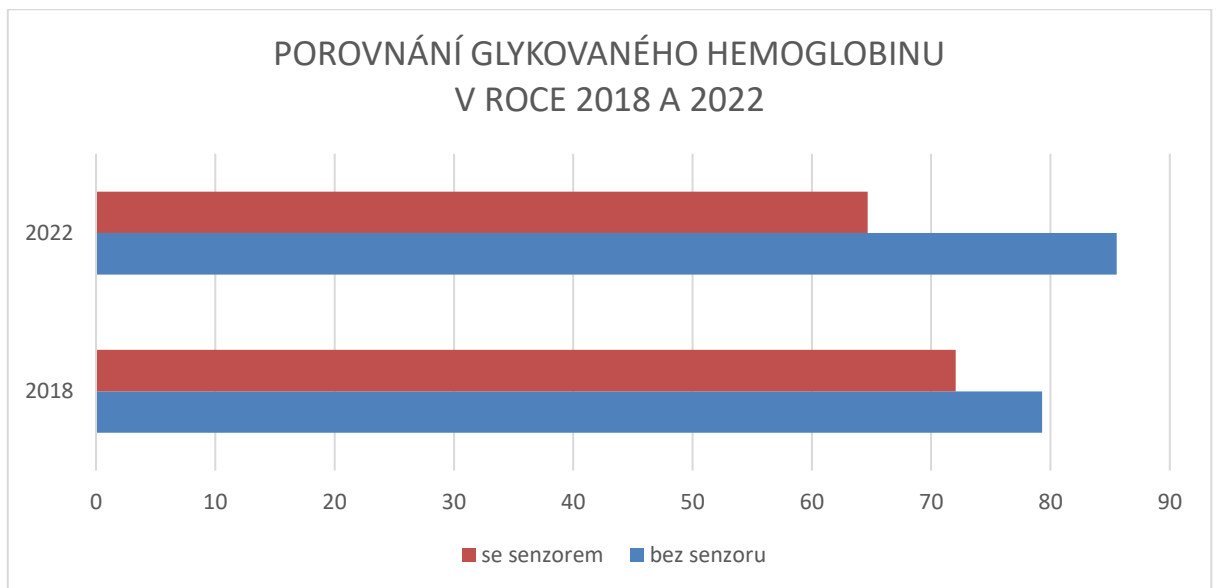
Z grafu lze vyčíst, že respondenti nevlastnící senzor mají průměr glykovaného hemoglobinu 86 mmol/l. Zatím co diabetikům se senzorem se hodnoty průměrného glykovaného hemoglobinu pohybují okolo 65 mmol/l. Což je o 11 mmol/l méně, než u diabetiků bez senzoru. Ve třetím sloupci vidíme, že průměr glykovaného hemoglobinu v roce 2022 je u všech diabetiků 75 mmol/l, což je pouze o 1 mmol/l méně než v roce 2018 (viz graf č. 4).



**Graf 5 - Průměrný glykovaný hemoglobin v roce 2022**

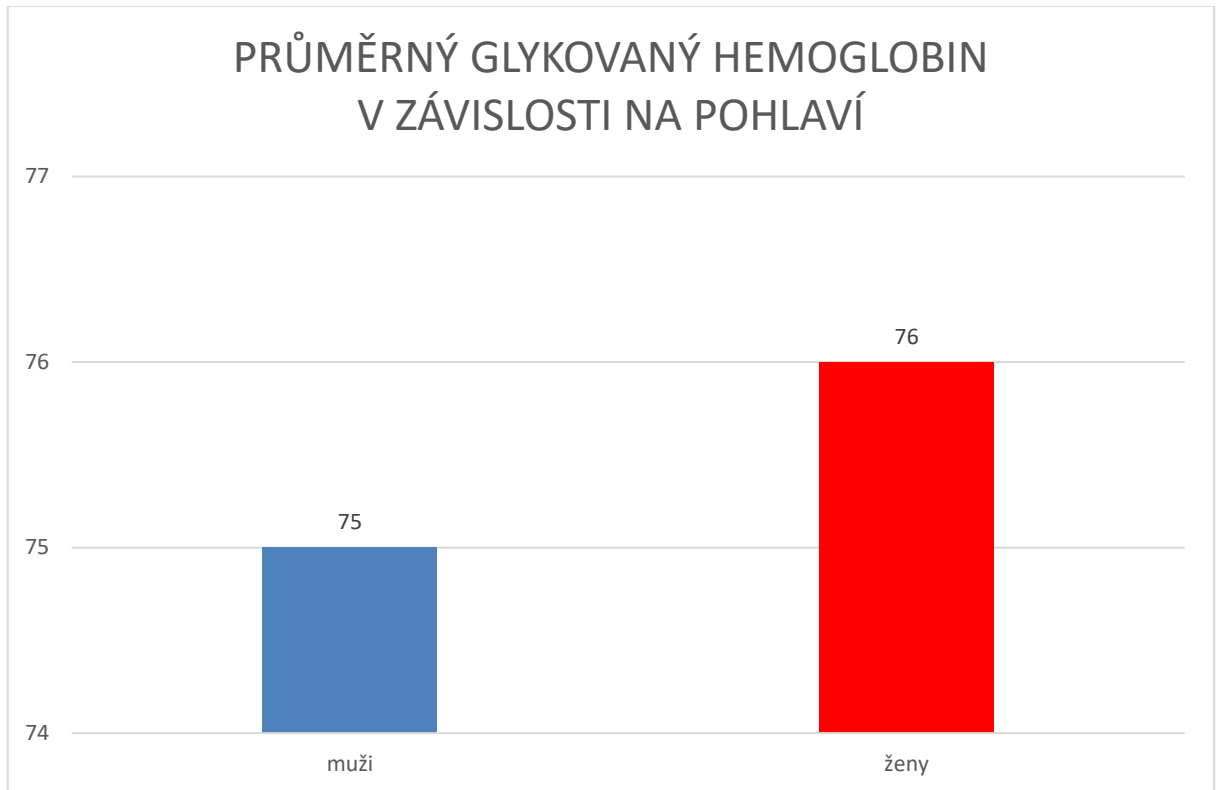


Přehledné porovnání roku 2018 a roku 2022 můžeme vidět v grafu č. 6.



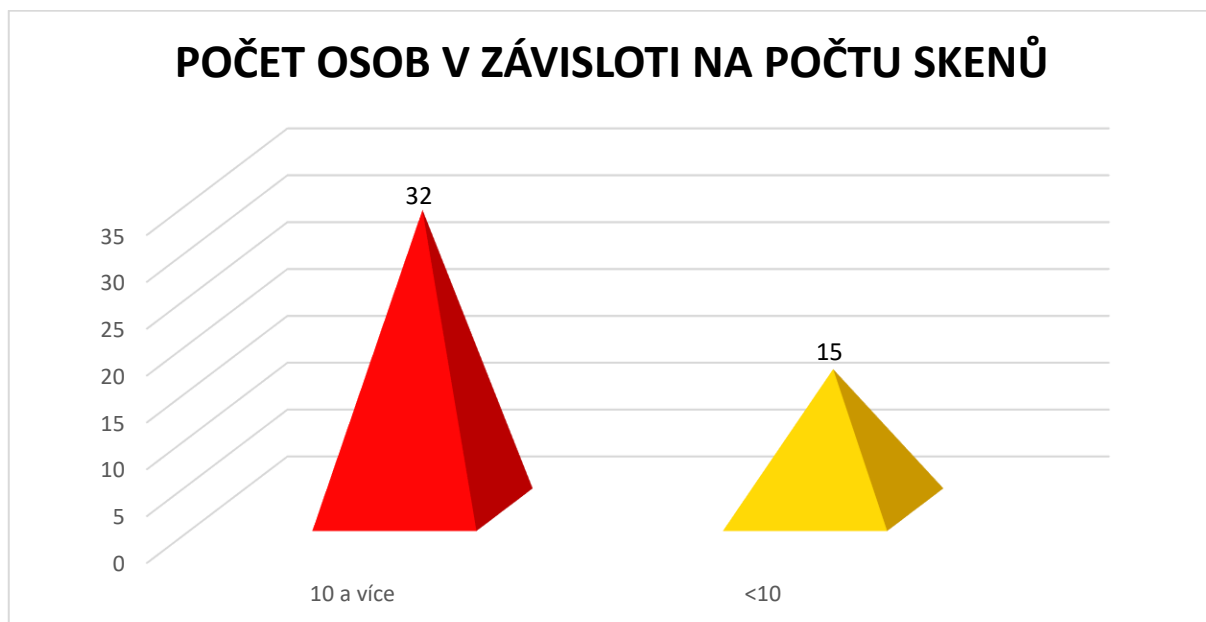
**Graf 6 - Porovnání glykovaného hemoglobinu v roce 2018 a 2022**

Graf č. 7 znázorňuje výši průměrného glykovaného hemoglobinu v závislosti na pohlaví v roce 2022. Vidíme zde, že muži měli 75 mmol/l a ženy měly HbA1c maličko vyšší (76 mmol/l) než jejich protějšky. Jedná se o diabetiky, kteří užívají senzor FGM i diabetiky, kteří ho nemají.



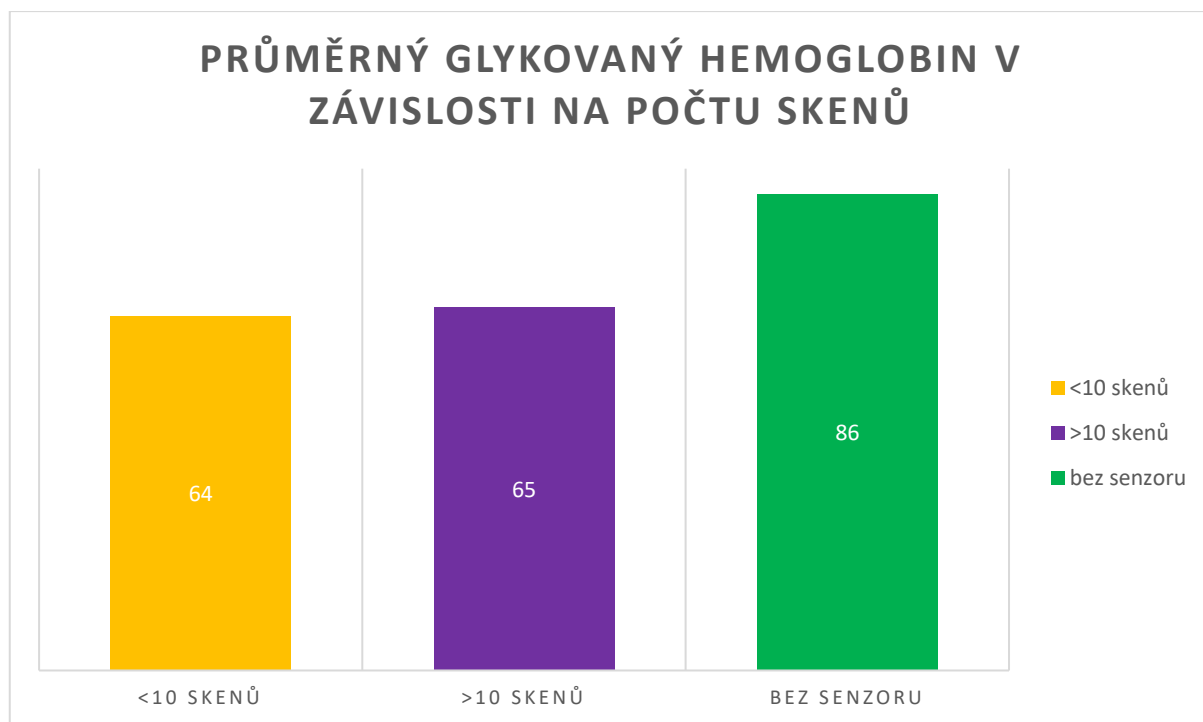
**Graf 7 - Průměrný glykovaný hemoglobin v závislosti na pohlaví**

Z grafu 8 můžeme vyčíst, že pouze 32 diabetiků (se senzorem FGM) má více než 10 skenů denně což je 70 % zkoumaných respondentů v roce 2022. Zbýlých 30 % nedodrží doporučení daná diabetologem, přesněji se jedná o 17 osob nemocných diabetem.



**Graf 8 - Počet osob v závislosti na počtu skenů**

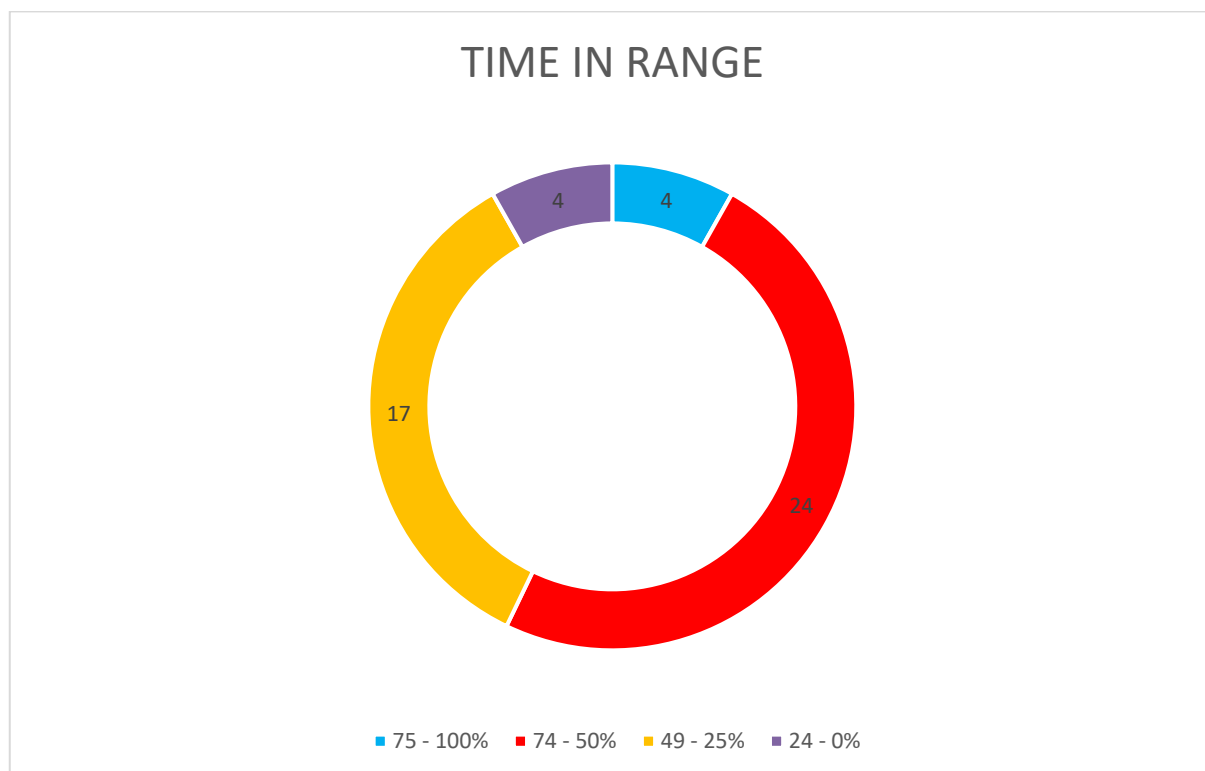
V grafu 9 můžeme nalézt poměr výše glykovaného hemoglobinu k dennímu počtu skenů. Pacienti, kteří provedli méně než 10 skenů, měli průměrný HbA1c 66 mmol/l. Diabetici s větším počtem než 10 skenů denně měli průměrný HbA1c 64 mmol/l. Průměrná hodnota HbA1c u osob bez senzoru byla 86 mmol/l. Poměřované glykované hemoglobiny jsou z roku 2022.



**Graf 9 - Průměrný glykovaný hemoglobin v závislosti na počtu skenů**

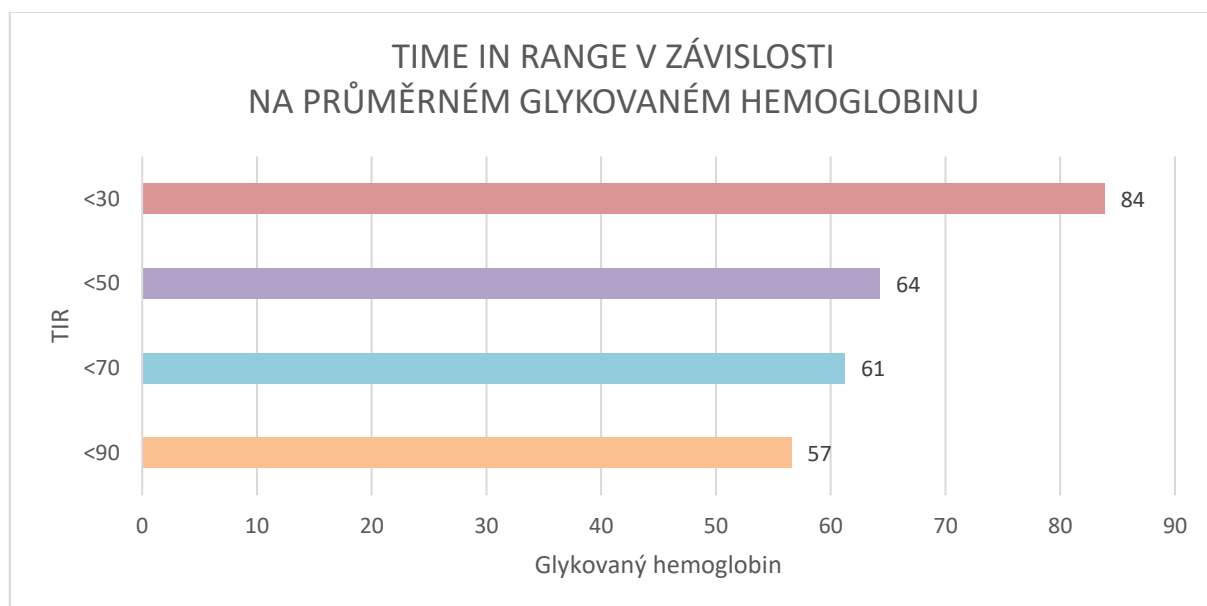
Time in range (TIR) - jedná se o interval, kdy se diabetik nachází v rozmezí normálních hodnot, které přednastaví diabetolog. Hodnoty TIR se obvykle mění podle aktuálních výsledků kompenzace diabetika. V mém průzkumu se diabetik nachází v normálních hodnotách TIR pokud, se jeho glykémie pohybuje v rozmezí od 4 do 10 mmol/l. Hodnotu TIR je dobré mít nad 70 %.

V grafu č. 10 vidíme, že pouze 8 % zkoumaných diabetiků se senzorem bylo největší část dne ve správných hodnotách TIR určených diabetologem. To znamená, že jen tato menší skupina lidí správně dodržovala pravidla daná lékařem. Tato skupina měla hodnoty TIR 75-100 %. Dalších 49 % diabetiků se nachází v intervalu 74-50 % což značí, že mají stále dobrou kompenzaci glykémie, která se minimálně v 50 % monitorovaného období nachází v rozmezích daných diabetologem. 35 % diabetiků patří do skupiny s hodnotou TIR 49-25 %, což znamená, že mají horší kompenzaci diabetu a do skupiny s velmi špatnou kompenzací diabetu patří 8 % zkoumaných diabetiků jejichž TIR se pohybovalo mezi 24-0 %. Důvodem tohoto zhoršení může být stres či nedodržování rad diabetologa.



Graf 10 - Time in range

Na diagramu č. 11 můžeme vyčíst velikost TIR v závislosti na průměrném vykovaném hemoglobinu. Průměrný HbA1c ve skupině TIR pod 90 % je 57 mmol/l. Další skupinou, kterou je TIR pod 70 % má hodnotu 61 mmol/l. Ve skupině TIR pod 50 % je průměrný HbA1c 64 mmol/l. Průměrná hodnota skupiny TIR pod 30 % byla 84 mmol/l.



**Graf 11 - Time in range v závislosti na průměrném glykovaném hemoglobinu**

## 6 Diskuze

V mé bakalářské práci jsem se zabýval senzory FGM. Hlavními cíli bylo zjistit, zda využití senzorů má vliv na kompenzaci diabetu a zda diabetik, který se skenuje často, je lépe vykompenzovaný než diabetik, který se měří jen párkrát denně. Hodnoty glykémie jsou považovány diabetologem za normální, pohybují-li se v rozmezích od čtyř do deseti mmol/l. Data pro šetření byla získávána ze senzorů pro měření glykémie (FGM) a ze zápisu z pravidelných kontrol u diabetologa. Celkem jsem měl 62 respondentů (viz graf č. 1). Tohoto šetření se zúčastnilo 30 žen a 32 mužů. 13 osob trpící onemocněním DM nepoužívá žádné přístroje, a tedy se měří standardně glukometrem. Zbýlých 49 diabetiků používají nový přístroj FGM, který k nám přišel v roce 2018 (viz graf dva).

Prvním z hlavních cílů této bakalářské práce bylo: „Zjistit, zda senzory pro měření glykémie (FGM) přispívají k lepší kompenzaci diabetu.“ Na grafu č. 4 můžeme vidět, vyšší průměrného glykovaného hemoglobinu v závislosti na tom, zda pacienti využívají při měření senzor, či nikoli. V roce 2018, což je rok, kdy se začaly u nás senzory využívat, je HbA1c u diabetiků bez senzoru trochu vyšší (79 mmol/l), než u pacientů s diabetem, kteří senzor vlastní (72 mmol/l). Na grafu č. 5 máme HbA1c v roce 2022. Zde výsledky mého šetření vyšly ještě lépe pro skupinu se senzorem, kde průměrný HbA1c byl 65 mmol/l. Zatímco diabetikům bez senzoru se průměrný HbA1c zvedl na hodnotu 85 mmol/l. Z těchto dat mohu vyvodit, že senzory pro měření glykémie přispívají ke zlepšení kompenzace lidí s diabetem. V grafu č. 6 můžeme přehledně vidět poměr HbA1c v roce 2018 a 2022. Touto studií se potvrzuje hypotéza: „Senzory pro měření glykémie mají pozitivní vliv na kompenzaci diabetika.“

Jedním z vedlejších cílů mé bakalářské práce bylo: „Zjistit, zda má na onemocnění DM vliv pohlaví.“ Na grafu č. 7 vidíme a průměrný glykovaný hemoglobin v závislosti na pohlaví. Průměrný HbA1c byl u mužů 75 mmol/l a u žen 76 mmol/l. Vzhledem k tomu, že jsou oba výsledky dost podobné, lze konstatovat, že pohlaví nehraje významnou roli v kompenzaci diabetu.

Studie v Brazílii a ve Venezuele, které se účastnilo 9418 diabetiků druhého typu, při porovnání výsledků HbA1c mezi muži a ženami zjistila, že ženy měly o 0,13 mmol/l horší výsledky HbA1c než muži. Mezi možné příčiny horších výsledků u žen lze zařadit rozdílnou homeostázu či zvýšený stres. Můj průzkum tuto studii podpořil. I v mém průzkumu měly ženy průměrný HbA1c o 1 mmol/l horší, než muži. (G DUARTE, 2019)

Druhým hlavním cílem bylo: „Zjistit, zda diabetik, který se skenuje často, je lépe vykompenzovaný než diabetik, který se měří jen párkrát denně.“ S touto otázkou je i spojená otázka: „Kolik procent diabetiků splňuje podmínky pro proplacení senzorů pro měření glykémie (FGM)?“ Proto, abych získal tyto odpovědi, jsem výsledky šetření zpracoval do grafu č. 8 a grafu č. 9. V grafu č. 8 můžeme vidět, kolikrát denně se diabetici měří. Pojišťovna proplácí dvacet šest senzorů, pokud diabetik objektivně spolupracuje (tzn., že se skenuje minimálně desetkrát za den) (Krollová, 2019). Z mého šetření jsem došel k závěru, že třicet procent diabetiků nemá možnost dosáhnout na proplacení senzorů z důvodu méně častého měření, protože tím nesplňuje podmínky dané pojišťovnou. Zbýlých sedmdesát procent diabetiků může mít senzory pro měření glykémie proplácené.

Graf č. 9 zobrazuje výši průměrného glykovaného hemoglobinu v závislosti na počtu skenů. Diabetici, kteří se skenují méně, než desetkrát denně jsou na tom hůře, jak lidi s diabetem, kteří se skenují minimálně desetkrát denně. Konkrétně osoby s diabetem, které měly méně skenů, měly průměrný HbA1c 75 mmol/l. Je to pouze o něco menší hodnota, jak u diabetiků, kteří vůbec senzor pro měření glykémie nemají. Ti měli průměrný HbA1c 86 mmol/l. Diabetici, kteří měli alespoň 10 skenů za den, měli průměrný HbA1c 56 mmol/l.

S výsledkem tohoto šetření mohu konstatovat, že počet skenů ovlivňuje kompenzaci diabetika, a tedy ovlivňuje kvalitu jeho každodenního života. Čím častěji se diabetik měří, tím lépe pro něj a pro jeho zdraví.

V grafu č. 3 můžeme vidět počet denních skenů v závislosti na věku diabetiků. Mou otázkou bylo: „Kolik denních skenů provede jednotlivá věková kategorie?“ K této otázce se váže i hypotéza: „Mladí lidé do třiceti let provedou více skenů denně než starší lidé.“ Výstupem tohoto průzkumu je, že nejhorší skupinou byly osoby ve věkové kategorii nad šedesát jedna let. Tato věková kategorie totiž měla průměrně pouze 8 skenů denně. Velkým překvapením bylo, že průměrně nejvíce denních skenů měla skupina ve věku 50 – 60 let. Průměrně dosáhla 14 skenů denně. Má hypotéza o tom, že nejlepší výsledky budou mít mladí lidé do 30 let, byla vyvrácena.



Další otázkou bylo: „Zjistit v kolika procentech se glykémie diabetika se senzorem pro měření glykémie (FGM) pohybuje v rozmezích daným diabetologem.“ odpověď na tuto otázku můžeme nalézt na grafu č. 10. Tento graf zobrazuje, jak často po celou dobu nošení senzoru se diabetici nachází v rozmezí normální glykémie – tj. od 4 do 10 mmol/l. Zde si můžeme všimnout, že v rozmezí nad 75 % se nachází pouze 4 diabetici se senzorem. Nejpočetnější skupina diabetiků se nacházela ve skupině nad 50 %. Celkem se jedná o 24 diabetiků. Tito diabetici mají z mého pohledu stále dobrou kompenzaci glykémie, protože se minimálně 50% sledovaného období nachází v rozmezích daných diabetologem. Zbýlý počet, tedy 21 osob s onemocněním DM, byl zařazen do skupiny pod 50 %, což je z mého pohledu již nedostatečné. Tito diabetici by měli více zpřísnit svá opatření, aby snížili riziko závažných komplikací.

Můj poslední dílčí cíl byl: „Zjistit, zda správné dodržování TIR (hodnoty nad sedmdesát %) má kladný vliv na kompenzaci diabetu.“ Odpověď na tuto otázku můžeme najít v grafu č. 11, kde vidíme, že nejlepší a tudíž nejmenší průměrný glykovaný hemoglobin máme ve skupině TIR mezi 70-90 %. Zde je HbA1c 57 mmol/l. Dále vidíme, jak HbA1c stále stoupá s klesající hodnotou TIR. Výsledkem tohoto šetření tedy je, že TIR ovlivňuje kompenzaci diabetu. Čím vyšší je číslo TIR, tím nižší je hodnota průměrného glykovaného hemoglobinu a tím je i lepší kompenzace diabetu.

Výsledek mého šetření, že senzory pro měření glykémie kladně přispívají ke kompenzaci diabetu, potvrzuje i výzkum, který provedla paní doktorka Doležalová v roce 2022 pod názvem: „Využití intermitentně skenované kontinuální monitorace glukózy.“ V závěru své práce uvádí: „*Používání glukózových sensorů změnilo život lidem s diabetem 1. typu. Zlepšuje kompenzaci a pomáhá pacientům i zdravotníkům k lepšímu porozumění diabetu*“ (Doležalová, 2022).

V únoru roku 2022 v Austrálii ovšem proběhla studie, která se zabývala účinností FGM u diabetiků prvního a druhého typu. Ve studii bylo zapojeno 719 diabetiků. Výsledkem této studie bylo: *FGM nevedlo k signifikantnímu snížení HbA1c ve srovnání se sebe monitorováním hladiny glukózy v krvi, nicméně zlepšilo úpravu glykémie prodloužením doby v rozmezí a sníženou frekvencí hypoglykemických příhod* (Liang, 2022).

Z této studie můžeme vyvodit, že senzory pro měření glykémie FGM kladně přispívají ke kompenzaci diabetika.

Další studie je z roku 2017, kdy bylo zúčastněných 224 dospělých diabetiků s diabetem druhého typu. Výsledek této studie uvádí, že *Použití technologie bleskového snímání glukózy u diabetu 2. typu s intenzivní inzulinovou terapií nemá za následek žádný rozdíl ve změně HbA1c a sníženou hypoglykémii, a nabízí tak bezpečnou a účinnou náhradu za sebekontrolu hladiny glukózy v krvi.* Tato studie trvala půl roku (Haak, 2017).

Tento průzkum vyvrací zlepšení HbA1c, ale potvrzuje, že FGM je účinnou náhradou za měření pomocí glukometru.

Další klinická studie, která byla představena v roce 2022 na Manchesterské univerzitě o pozitivních dopadech FGM. Zúčastnilo se 156 osob s diabetem prvního typu, které měly vyšší cílovou hladinu glukózy v krvi. Po dobu 24 týdnů, používali senzor FGM. Výsledky HbA1c u diabetiků po 24 týdnech byly rozdílné. Na začátku studie měli diabetici HbA1c průměrně 71,6 mmol/l a po 24 týdnech měli diabetici průměrný HbA1c 62,7 mmol/l. Tato studie vypovídá o tom, že senzory pro měření glykémie (FGM) *snížují riziko závažných krátkodobých a dlouhodobých komplikací diabetu a zlepšují kvalitu života.* Také v závěru této studie stojí, že nákladově jsou senzory FGM výhodnější (Addelman, 2022).

Tato studie potvrzuje můj průzkum a to, že senzory pro měření glykémie přispívají ke kompenzaci diabetu.

## 7 Závěr

Ve své závěrečné práci jsem se zaměřoval na onemocnění diabetes mellitus. Uvedl jsem zde část historie diabetu, anatomie a fyziologie slinivky břišní. Dále jsem rozebral, jaké typy diabetu se u nemocných pacientů vyskytují a také jaké komplikace jsou s touto nemocí spojeny. Zaměřoval jsem se hlavně na diabetiky prvního typu. Na konci teoretické části jsem se zabýval různými možnostmi, jak si dnes může pacient s diabetem mellitus změřit glykémii.

Hlavním cílem teoretické části bylo uvést čtenáře do problematiky diabetu. Cílem mé praktické části bylo zjistit, zda senzory pro měření glykémie kladně přispívají ke kompenzaci diabetu.

Rozdíl mezi diabetiky se senzorem a bez senzoru byl očekávaný. Výsledky mé práce poukázaly, že senzory pro měření glykémie pozitivně přispívají ke kompenzaci diabetu. Zároveň jsem zjistil, že většina diabetiků dodržuje pokyny určené diabetologem z hlediska minimálního počtu skenů. Překvapivým výstupem mé bakalářské práce bylo zjištění, že mladí lidé zdaleka nedbají tolik na radu specializovaných odborníků a minimální počet skenů nedodržují. Z tohoto hlediska se lze domnívat, že mladí lidé si neuvědomují důležitost dodržování doporučení diabetologa a že zvýšená hladina cukru může být do budoucna zdrojem různých zdravotních komplikací. Výsledkem mé hypotézy je tedy opak mého předpokladu. Kdy starší lidé byli zodpovědnější a měřili se častěji než mladší populace.

## 8 Použitá literatura

### 8.1 Primární zdroje

BROŽ, Jan. Léčba inzulinem. Praha: Maxdorf, [2015]. Jessenius. 208 s. ISBN 978-80-7345-440-1.

JIRKOVSKÁ, Alexandra. Léčba diabetu inzulinovou pumpou a monitorace glykémie: praktická doporučení pro edukaci. 6. rozšířené vydání. Praha: Maxdorf, [2019]. 112 s. ISBN 978-80-7345-601-6.

KUDLOVÁ, Pavla. Ošetrovatelská péče v diabetologii. Praha: Grada Publishing, 2015. Sestra (Grada). 727 s. ISBN 978-80-247-5367-6.

LEBL, Jan, Štěpánka PRŮHOVÁ a Zdeněk ŠUMNÍK. Abeceda diabetu. 5. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Maxdorf, 2018. 288 s. ISBN 978-80-7345-582-8.

PELIKÁNOVÁ, Terezie a Vladimír BARTOŠ. Praktická diabetologie. 6. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Maxdorf, [2018]. Jessenius. 816 s. ISBN 978-80-7345-559-0.

RUŠAVÝ, Zdeněk a Jan BROŽ. Diabetes a sport: příručka pro lékaře ošetřující nemocné s diabetem 1. typu. 2. vydání. Praha: Maxdorf, [2020]. Jessenius. 271 s. ISBN 978-80-7345-639-9.

### 8.2 Sekundární zdroje

DOLEŽALOVÁ, Barbora. Využití intermitentně skenované kontinuální monitorace glukózy. *prolekare.cz* [online]. 2022. [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/svet-prakticke-mediciny/2022-1-5/vyuziti-intermitentne-skenovane-kontinualni-monitorace-glukozy-v-ambulantni-praxi-130018>

### 8.3 Odborné články

ANIK, Ahmet, Gönül ÇATLI, Ayhan ABACI a Ece BÖBER. Maturity-onset diabetes of the young (MODY): an update. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* [online]. 2015, 28(3-4) [cit. 2022-04-03]. ISSN 2191-0251. Dostupné z: doi:10.1515/jpem-2014-0384

G DUARTE, Fernanda, Sandra DA SILVA MOREIRA, Maria da Conceição C ALMEIDA, Carlos A DE SOUZA TELES, Carine S ANDRADE, Art L REINGOLD a Edson D MOREIRA JR. Sex differences and correlates of poor glycaemic control in type 2 diabetes:

a cross-sectional study in Brazil and Venezuela. *BMJ Open* [online]. 2019, 9(3) [cit. 2022-04-28]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2018-023401

GOYAL, Rajeev a Ishwarlal JIALAL. *Diabetes Mellitus Type 2* [online]. 2021 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: Bookshelf ID: NBK513253

HAAK, Thomas, Hélène HANAIRE, Ramzi AJJAN, Norbert HERMANNNS, Jean-Pierre RIVELINE a Gerry RAYMAN. Flash Glucose-Sensing Technology as a Replacement for Blood Glucose Monitoring for the Management of Insulin-Treated Type 2 Diabetes: a Multicenter, Open-Label Randomized Controlled Trial. *Diabetes Therapy* [online]. 2017, 8(1), 55-73 [cit. 2022-04-28]. ISSN 1869-6953. Dostupné z: doi:10.1007/s13300-016-0223-6

HEGELE, Robert A a Grant M MALTMAN. Insulin's centenary: the birth of an idea. *The Lancet Diabetes & Endocrinology* [online]. 2020, 8(12), 971-977 [cit. 2022-03-16]. ISSN 22138587. Dostupné z: doi:10.1016/S2213-8587(20)30337-5

CHELLAPPAN, Dinesh Kumar, Nandhini S. SIVAM, Kai Xiang TEOH, et al. Gene therapy and type 1 diabetes mellitus. *Biomedicine & Pharmacotherapy* [online]. 2018, 108, 1188-1200 [cit. 2022-03-16]. ISSN 07533322. Dostupné z: doi: 10.1016/j.biopha.2018.09.138

MADDALONI, Ernesto, Chiara MORETTI, Carmen MIGNOGNA a Raffaella BUZZETTI. Adult-onset autoimmune diabetes in 2020: An update. *Maturitas* [online]. 2020, 137, 37-44 [cit. 2022-04-03]. ISSN 03785122. Dostupné z: doi: 10.1016/j.maturitas.2020.04.014

LIANG, Bonnie, Digsu N. KOYE, Mariam HACHEM, Neda ZAFARI, Sabine BRAAT a Elif I. EKINCI. Efficacy of Flash Glucose Monitoring in Type 1 and Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Diabetes Healthc* [online]. 2022, [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcdhc.2022.849725/full>

#### **8.4 Internetové zdroje**

ADDELMAN, Michael. New study reveals positive impacts of Flash blood glucose monitoring on blood sugar and quality of life. *manchester.ac.uk* [online]. 2022. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.manchester.ac.uk/discover/news/new-study-reveals-positive-impacts-of-flash-blood-glucose-monitoring-on-blood-sugar-and-quality-of-life/>

- Glucagón: Qué es, para qué sirve, nombre comercial y más. *farmaciainformativa.com* [online]. 2018. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: [https://farmaciainformativa.com/glucagon/#Cuando\\_se\\_utiliza\\_glucagon](https://farmaciainformativa.com/glucagon/#Cuando_se_utiliza_glucagon)
- JEZZINA. Hypoglykémie: Příznaky nízké hladiny cukru v krvi. *Rodicka.cz* [online]. 2013. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.rodicka.cz/hypoglykemie-priznaky-nizke-hladiny-cukru-v-krvi/>
- KLIKOVÁ, Lucie. Hyperglykémie. *Symptomy.cz* [online]. 2021. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.symptomy.cz/nemoc/hyperglykemie>
- KROLLOVÁ, Pavlína a Kateřina ŠTECHOVÁ. Kontinuální monitorace koncentrace glukózy (CGMS). *cukrovka.cz* [online]. 2018. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.cukrovka.cz/kontinualni-monitorace-koncentrace-glukozy-cgms>
- KROLLOVÁ, Pavlína. FreeStyle Libre (FGM). *cukrovka.cz* [online]. 2019. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.cukrovka.cz/freestyle-libre-fgm>
- MONHART, Václav. Diabetes mellitus, ledviny a hypertenze. *tribune.cz* [online]. 2015. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/archiv/diabetes-mellitus-ledviny-a-hypertenze/>
- NIKLOVÁ, Jitka. Syndrom diabetické nohy. *zahojime.cz* [online]. 2020. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.zahojime.cz/pacient-a-rodina/druhy-ran/syndrom-diabeticke-nohy/>
- NOVÁK, Vlastimil. Syndrom diabetické nohy. *zdravi.euro.cz* [online]. 2011. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/syndrom-diabeticke-nohy-459228>
- PAVLIN, Panrease. *Rodicka.cz* [online]. 2015. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.rodicka.cz/pankreas/>
- PRAŽSKÝ, Bohumil. Akutní komplikace diabetu mellitu. *zdravi.euro.cz* [online]. 2014. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/akutni-komplikace-diabetu-mellitu-473730>
- PRAŽSKÝ, Bohumil. Diabetická kardiomyopatie – podceňovaná příčina srdečního selhání. *zdravi.euro.cz* [online]. 2014. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/diabeticka-kardiomyopatie-podcenovana-pricina-srdecniho-selhani-474957>

SAUDEK, František. Diabetická neuropatie (poškození nervů). *cukrovka.cz* [online]. 2020. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.cukrovka.cz/diabeticka-neuropatie-poskozeni-nervu>

SAUDEK, František. Hypoglykémie. *cukrovka.cz* [online]. 2017. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.cukrovka.cz/hypoglykemie-5>

TOMA, Michal. Kdy a jak měřit cukr v krvi? Po jídle? Jaká je ideální hladina cukru? *123medik.cz* [online]. 2022. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.123medik.cz/magazin/jak-merit-hladinu-cukru-v-krvi>

TÝM REHABILITACE.INFO. Diabetická nefropatie (diabetické onemocnění ledvin) – co je to – příznaky, příčiny a léčba. *Rehabilitace.info* [online]. 2020. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.rehabilitace.info/nemoci/diabeticka-nefropatie-co-je-to-priznaky-priciny-a-lecba/>

Tým rehabilitace.info. Glukometr – jak ho vybrat a jak ho používat?. *rehabilitace.info* 2017. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.rehabilitace.info/zdravotni/glukometr-jak-ho-vybrat-a-jak-ho-pouzivat/>

VILÍMOVSKÝ, Michal. Diabetická retinopatie: vše co potřebujete vědět!. *medlicker.com* [online]. 2019. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/11-diabeticka-retinopatie-priznaky-projevy-a-lecba>

WOHL, Robert. Diabetes mellitus. *mcsalve.cz* [online]. 2016. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.mcsalve.cz/diabetes-mellitus/>

## 8.5 Ostatní

Diabeteksen historia. *diabetes.fi* [online]. 2022. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: [https://www.diabetes.fi/diabetes/diabeteksen\\_historia#b5c5b1a1](https://www.diabetes.fi/diabetes/diabeteksen_historia#b5c5b1a1)

Historie léčby diabetes mellitus. *WikiSkripta*. [online]. 2019 [cit. 2022-02-13]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Historie\\_1%c3%a9%c4%8dby\\_diabetes\\_mellitus](https://www.wikiskripta.eu/w/Historie_1%c3%a9%c4%8dby_diabetes_mellitus)

Slinivka a její funkce. *Drmax.cz* [online]. 2021. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.drmax.cz/clanky/slinivka-a-jeji-funkce>

### 8.5.1 Zdroje obrázky

DEXCOM. Dexcom G6 CGM System for Personal Use. *dexcom.com* [online]. 2022. [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://provider.dexcom.com/products/dexcom-g6-personal-cgm-system>

LEWIN, Evelyn. Federal Government pledges \$100 m to support patients with type 1 diabetes. *racgp.org.au* [online]. 2018. [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://www.openpr.com/news/1997641/continuous-glucose-monitoring-cgm-devices-market-2020-2027>



## 9 Přílohy

Příloha A – <i>Postup pro zavedení senzoru pro měření glykémie (FGM, ) (Free Style Libre příbalový leták, 2020)</i> .....	57
---	----

Příloha A – Postup pro zavedení senzoru pro měření glykémie (FGM, ) (Free Style Libre příbalový leták, 2020)

