



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra biomedicínské techniky

**Vliv fyzické zátěže na hladinu glykémie u
pacienta s DM 1.typu**

**Effect of physical load on blood glucose
level in a patient with DM type 1**

Diplomová práce

Studijní program:	Biomedicínská a klinická technika
Studijní obor:	Systémové integrace ve zdravotnictví
Autor diplomové práce:	Bc. Banková Gabriela
Vedoucí diplomové práce:	Ing. Vašková Veronika
Konzultant diplomové práce:	Ing. Jan Mužík, Ph.D. Ing. Holubová Anna

Kladno 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Gabriela Banková**
Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví
Téma: **Vliv fyzické zátěže na hladinu glykémie u pacienta s DM 1. typu**
Téma anglicky: **Effect of physical load on blood glucose level in a patient with DM type 1**

Zásady pro vypracování:

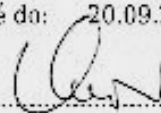
Cílem diplomové práce je zhodnotit korelaci dlouhodobé fyzické aktivity s hladinou glykémie. Fyzická aktivita u pacientů s DM vede nejen k bezprostřednímu poklesu glykémie, ale i k dlouhodobému snížení inzulínové rezistence. Oba tyto jevy mají pozitivní vliv na zdraví pacienta a vedou k redukci vzniku komorbidit, které mají negativní dopad na kvalitu života pacienta a podstatně zvyšují náklady zdravotního systému na jejich léčbu. Vzhledem k možné redukci spotřeby inzulínu díky zvýšené fyzické zátěži pacienta lze navíc předpokládat i snížení nákladů na léčbu inzulínem. Popište přehled současného stavu měření glykémie a vliv fyzické aktivity na onemocnění diabetes mellitus. Za předpokladu pozitivního vlivu na kompenzaci onemocnění (glykovaný hemoglobin) se na základě analýzy dat (glykémie, počty kroků za den, HbA1c) u pacientů s DM1 pokuste kvantifikovat možné snížení finančních nákladů na léčbu.

Seznam odborné literatury:

[1] Ilana Harman-Boehm, M.D., Avner Gal, M.Sc., Alexander M. Raykhman, Ph.D., Jeffrey D. Zahn, Ph.D., Eugene Naidis, M.Sc., and Yulia Mayzel, B.Sc., Noninvasive Glucose Monitoring: A Novel Approach, „ Journal of Diabetes Science and Technology, ed. Diabetes Technology Society, ročník 3, číslo 2

Vedoucí: Ing. Veronika Vašková
Konzultant: Ing. Jan Mužík, Ph.D., Holubová, Anna, Ing. (Společné pracoviště FBMI a 1.LF Alhertov)

Zadání platné do: 20.09.2019


vedoucí katedry / pracoviště


děkan

V Kladně dne 14.05.2018

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Vliv fyzické zátěže na hladinu glykémie u pacienta s DM 1. typu vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně 18.5.2018

.....

Bc. Banková Gabriela

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Veronice Vaškové, konzultantovi Ing. Janu Mužíkovi Ph.D. a konzultantce Ing. Anně Holubové za odborné vedení této práce a za cenné teoretické rady.

ABSTRAKT

Vliv fyzické zátěže na hladinu glykémie u pacienta s DM 1. typu

Cílem diplomové práce je zhodnotit korelaci dlouhodobé fyzické aktivity s hladinou glykémie u pacientů s onemocněním diabetes mellitus 1. typu, jelikož dlouhodobá fyzická aktivita vede nejen k bezprostřednímu poklesu glykémie, ale i k dlouhodobému snížení inzulínové rezistence.

Tato práce se zabývá popisem současného stavu metod měření glykémie v České republice a v zahraničí. Shrnuje poznatky o kontinuálním měření glykémie a o možné monitoraci fyzické aktivity.

Data od 72 pacientů, získaná pomocí kontinuálního měření glykémie a krokoměrů, jsou graficky zobrazena a statisticky zpracována a zhodnocena. Korelace mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie a mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c není prokázána.

.

Klíčová slova

Diabetes mellitus 1. typu, kontinuální monitorování glykémie, fyzická aktivita

ABSTRACT

Effect of physical load on blood glucose level in a patient with DM type 1

The aim of this diploma thesis is to evaluate the correlation of long-term physical activity with blood glucose level in patients with type 1 diabetes mellitus, as long-term physical activity leads not only to an immediate decrease in blood glucose but also to a long-term reduction in insulin resistance.

This thesis deals with description of the current state of glycemic measurement in the Czech Republic and abroad. It summarizes the findings of continuous glycemic measurements and possible monitoring of physical activity.

Data from 72 patients, obtained with continuous blood glucose and pedometer measurements, are graphically displayed and statistically processed and evaluated. The correlation between physical activity and glycemic level and between physical activity and glycated hemoglobin HbA1c has not been demonstrated, so no cost analysis has been performed.

Keywords

Diabetes mellitus type 1, continuous monitoring glycaemia, physical activity

Obsah

Seznam symbolů a zkratk.....	9
Úvod	10
1 Přehled současného stavu.....	11
1.1 Glukóza	11
1.1.1 Metabolismus glukózy.....	11
1.1.2 Inzulín.....	11
1.1.3 Klinický význam glukózy.....	12
1.2 Diabetes mellitus	12
1.2.1 Léčba DM.....	13
1.2.2 Faktory ovlivňující aktuální hodnotu glykémie u DM 1. typu.....	14
1.3 Fyzická aktivita u pacientů s DM.....	15
1.3.1 Monitoring fyzické aktivity	20
1.4 Způsoby měření glykémie	21
1.4.1 Stanovení C-peptidu	22
1.4.2 Glykovaný hemoglobin	22
1.4.3 POCT- point of care testing.....	22
1.5 Kontinuální měření glykémie.....	23
1.5.1 Systémy CGMS	25
1.5.2 Kalibrace.....	28
1.6 Kontinuální monitorování hladiny glykémie při vykonané fyzické aktivitě..	29
1.7 Inovativní metody měření hladiny glykémie v zahraničí.....	30
1.7.1 GlucoDayS	30
1.7.2 SugarBeat	31
1.7.3 GlucOnline	31
1.8 Současný stav DM v České republice	32
1.8.1 Úhrada kontinuální monitorace glykémie	33
1.8.2 Národní diabetologický registr.....	34
1.8.3 Telemonitorovací systémy.....	34
1.8.4 Mobilní aplikace pro diabetiky.....	36
2 Metody	37

2.1	Statistické zpracování dat.....	37
2.1.1	Pearsonův koeficient korelace.....	37
2.1.2	Test hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin	38
2.1.3	Kontingenční tabulky	39
2.1.4	Shapiro-Wilkův test normality	40
2.1.5	Wilcoxonův test.....	40
2.1.6	T-test.....	41
2.2	Nákladové analýzy	42
2.2.1	Cost-consequence analysis	42
3	Výsledky.....	43
3.1	Pohybová aktivita.....	45
3.1.1	Pohybová aktivita – ženy.....	46
3.1.2	Pohybová aktivita- muži.....	47
3.2	Hladina glykémie v závislosti na fyzické aktivitě.....	48
3.2.1	Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – ženy.....	51
3.2.2	Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – muži	53
3.2.3	Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: Méně než 29 let	55
3.2.4	Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: 30 – 39 let.....	57
3.2.5	Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: 40 – 49 let.....	59
3.2.6	Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: Více než 50 let.....	61
3.3	Hladina glykovaného hemoglobinu HbA1c v závislosti na fyzické aktivitě .	63
3.3.1	Závislost hladiny glykovaného hemoglobinu HbA1c fyzické aktivitě – ženy	66
3.3.2	Závislost hladiny glykovaného hemoglobinu HbA1c fyzické aktivitě - muži	68
3.3.3	Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě- věková kategorie: Méně než 29 let.....	70
3.3.4	Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě- věková kategorie: 30 – 39 let	72

3.3.5	Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě- věková kategorie: 40 – 49 let	74
3.3.6	Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě- věková kategorie: Více než 50 let	76
4	Diskuze.....	78
5	Závěr	84
	Seznam použité literatury	85
	Seznam obrázků	94
	Seznam tabulek	96
	Příloha.....	97

Seznam symbolů a zkratk

Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam
$\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$	$\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$	Molární koncentrace
$\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$	Látkový podíl
ml	ml	Mililitry
g	g	Gramy

Seznam zkratk

Zkratka	Význam
ATP	Adenosintrifosfát
BMI	Body Mass Index
CEA	Cost-effectiveness analysis
CGMS	Continuous Glucose Monitoring System
CI	Interval spolehlivosti
CNS	Centrální nervový systém
ČR	Česká republika
ČVUT	České vysoké učení technické
DM	Diabetes mellitus
FAV	Fakulta aplikovaných věd
FBMI	Fakulta biomedicínského inženýrství
GDH	Glukózaoxidáza
GOD	Glukózaoxidáza
HbA1c	Frakce glykovaného hemoglobinu
HK	Hexokináza
ICER	Incremental cost effectiveness ratio
IFCC	The International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
NAD^+	Nikotinamidadeninukleotid- oxidovaná forma
LF	Lékařská fakulta
NADH	Nikotinamidadeninukleotid- redukována forma
NADP^+	Nikotinamidadeninukleotid fosfát
NIR	Near infrared spectrometer
oGTT	Glukózový toleranční test
POCT	Point of care testing
UK	Univerzita Karlova
WHO	World Health Organization

Úvod

Sacharidy mají v lidském těle velmi důležitý význam. Pro všechny buňky v těle slouží jako zdroj živin a také jako zásobárna energie. Nejdůležitější sloučenina metabolismu sacharidů pro tělní buňky je D-glukóza. Koncentrace glukózy v krvi (glykémie) je poměrně stálá, k jejímu zvýšení dochází po příjmu potravy. Snižování koncentrace má za následek zejména hormon inzulin, vylučovaný β -buňkami pankreatu. Glykemické hodnoty jsou důležitým ukazatelem zdravotního stavu, při poruše metabolismu cukrů a trvale zvýšené hladině glykémie (hyperglykémie) může dojít například k životu ohrožujícímu chronickému onemocnění, zvanému diabetes mellitus, které je v dnešní době už považován za civilizační chorobu.

Diabetes mellitus 1. typu se manifestuje probíhajícím zánikem β -buněk slinivky břišní, což má za následek absolutní nedostatek inzulinu a pacienti jsou závislí na exogenním dodávání inzulinu do těla. Cílem léčby je optimální kompenzace diabetu vzhledem k věku, fyzické aktivitě, nemocím a životnímu stylu. [1], [2].

Stále nové technologie v dnešní době přispívají k novým poznatkům v monitorování glykémie jako například dnes už používaný senzor pro kontinuální měření glykémie. Tento způsob monitorování hladiny glykémie nejen, že snižuje počet mini-invazivních odběrů krve, kterými si pacienti s diabetes mellitus několikrát denně kontrolují aktuální koncentraci glukózy v krvi, ale zejména umožňuje pacientům sledovat glykemické trendy a včasné tak reagovat na nežádoucí glykemické výkyvy.

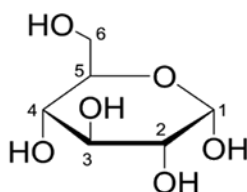
Kontinuální měření glykémie umožňuje monitorovat nejen kontinuální změny glykémie, ale i mnoho dalších parametrů, které tyto změny způsobují. Jedním z nich je fyzická aktivita, která se dnes dá monitorovat prostřednictvím různé nositelné elektroniky. Tato data by se dala použít i k doplnění self-monitoringu pacientů s DM.

Diplomová práce shrnuje přehled současného stavu různých metod měření glykémie používaných v českém zdravotnictví i v zahraničí. Následně se zaměřuje na kontinuální měření glykémie, které umožňuje pacientům 24 hodin denně sledovat jejich glykemickou křivku, a vliv fyzické aktivity na kompenzaci diabetes mellitus. Cílem této práce je zhodnotit korelaci dlouhodobé fyzické aktivity s hladinou glykémie a za předpokladu pozitivního vlivu na kompenzaci onemocnění u pacientů s DM 1. typu se pokusit kvantifikovat možné snížení nákladů na léčbu.

1 Přehled současného stavu

1.1 Glukóza

Lidské tělo potravou přijímá sacharidy, které se v tenkém střevě štěpí na nejdůležitější monosacharid, glukózu, kterou je využívána jako přímý zdroj živin pro správnou funkci mozkové tkáně, erytrocytů a svalových buněk a dalších buněk lidského těla. Slouží také jako univerzální energetický substrát, který poskytuje buňkám energii i bez přístupu kyslíku. Je také základní stavební jednotkou polysacharidů, jako je například glykogen, nukleové kyseliny a nesacharidové sloučeniny tuky. [3].



Obrázek 1.1: Chemický vzorec glukózy.

1.1.1 Metabolismus glukózy

V tenkém střevě štěpená glukóza se vstřebává do krve- Koncentrace v krvi na lačno u zdravého člověka nalačno je $3,61-5,59 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Ke zvýšení glykémie dochází po přijetí potravy nebo při štěpení glykogenu tzv. glykogenolýzou v době hladovění. Do většiny buněk (hepatocytů, erytrocytů, buněk CNS) se glukóza transportuje pomocí glukózového transportéru GLUT mechanismem usnadněné difuze. Počet transportérů GLUT 4 se zvyšuje po navázání inzulínu na receptor buňky.

Tento pankreatický hormon přispívá k udržování vyrovnané koncentrace glukózy v krvi tím, že transportuje glukózu z krve do buněk. Ke snížení glykémie přispívá syntéza zásobního glykogenu probíhající v játrech. [3], [4], [1].

1.1.2 Inzulín

Proteohormon inzulín je produkován β -buňkami Langerhansonových ostrůvků slinivky břišní. Nejprve vzniká pre-proinzulín, který odštěpí svůj krátký řetězec a vznikne lineární proinzulín. Štěpením proinzulínu vzniká inzulín a C-peptid, který je oproti inzulínu stálý, a proto je vhodným parametrem pro posouzení množství produkovaného inzulínu a pro nastavení příslušného množství antidiabetik. Inzulín se skládá ze dvou řetězců aminokyselin propojených dvěma disulfidickými můstky. [5], [6].

1.1.3 Klinický význam glukózy

Glykémie má velký klinický význam, jelikož snížená i zvýšená hladina může mít pro tělo pacienta fatální následky. Koncentrace nad referenční rozmezí se nazývá **hyperglykémie**. Vzniká nedostatkem inzulínu při onemocnění diabetes mellitus, při destrukci buněk slinivky břišní, kdy se inzulín vůbec netvoří, a u syndromů spojených se zvýšenou produkcí nedostatečně funkčního hormonu inzulínu. Fyziologická nediabetická hyperglykémie se objevuje ve stresových situacích, kdy dochází k vyplavení katecholaminů a glukokortikoidů. Tento stav doprovází akutní infarkt myokardu nebo náhlou cévní mozkovou příhodu. Naopak **hypoglykémie**, pokles hladiny glukózy v krvi pod fyziologickou hodnotu $3,60 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, může vzniknout při nevhodně aplikovaného množství inzulínu spojeného s přijímanou potravou a u pacientů s nedostatečnou zásobou glykogenu způsobenou onemocněním jater. K fyziologické hypoglykémii dochází v době těhotenství, ve spánku, při hladovění a po fyzické námaze. Klinickými příznaky hypoglykémie jsou zapříčiněny nedostatkem jediné energie pro CNS, kterou je glukóza, a projevují se hypoglykemickými křečemi, hypotonií, hypotermií, zmateností, podrážděností, bolestí hlavy, třesem a bledostí. Neléčená hypoglykémie u kojenců a dětí se může projevit až mentální retardací. [5], [6].

1.2 Diabetes mellitus

Diabetes mellitus je metabolické onemocnění charakterizováno zvýšenou hladinou krevního cukru v krvi. Klasifikuje se dle formy nedostatku inzulínu na 1. typ a 2. typ.

DM 1. typu se vyznačuje destrukcí β -buněk pankreatu způsobené tvorbou vlastních protilátek proti β -buňkám a následné absolutní ztrátě produkce inzulínu. Pacienti postižení tímto onemocněním jsou doživotně závislí na subkutánní aplikaci inzulínu. Toto autoimunitně podmíněné onemocnění je nejčastěji manifestováno v dětském věku nebo v pubertě a je dáno genetickou predispozicí. Může se však projevit i v dospělosti. Propuknutí onemocnění může být způsobeno i zevními vlivy, jako jsou například virové infekce, potom se označuje jako idiopatický DM 1. typu.

Příznaky tohoto onemocnění jsou glykosurie, ketonurie, polyurie doprovázené hubnutím a únavou. V případě nezahájení včasné léčby může dojít k bezvědomí až smrti pacienta. [7].

Druhým a častějším typem je **DM 2. typu**, který je dán genetickou predispozicí, nadváhou a nezdravým životním stylem. Inzulín se sice tvoří, ale periferní tkáně jsou na jeho účinek rezistentní, a tak dochází k relativnímu nedostatku inzulínu. Tělo je nuceno sekretovat více inzulínu, čímž se slinivka břišní zatěžuje a v pozdější fázi se zcela vyčerpá. Důsledkem je hyperglykémie a následný rozvoj obezity a hypertenze. Pacienti musejí užívat perorální antidiabetika nebo si podávat inzulín subkutánně. Diagnostika DM 2. typu spočívá v určení příslušných autoprotilátek, které jsou

průkazné dříve, než se začnou objevovat klinické projevy. Při vyšetření se stanovují autoprotilátky proti glutamát dekarboxyláze, proti inzulínu a proti cytoplazmě β -buněk. Přítomnost těchto tří protilátek zvyšuje riziko diabetu až na 90 %. [6], [7].

Další specifické typy diabetu jsou způsobené pankreatitidou, nádorovými změnami pankreatu nebo jeho resekcí.

Gestační diabetes se objevuje u gravidních žen, u kterých dochází k velké hormonální změně. U neléčené diabetičky dochází k prostupu glukózy přes placentu do krve plodu, který produkuje ve zvýšené míře inzulín. Zvýšená hladina glukózy i inzulínu u plodu má za následek zvýšenou porodní hmotnost, novorozeneckou hypoglykémii a vyšší hladinu žlučových barviv, které způsobují novorozeneckou žloutenku. Po porodu zvýšená hladina glykémie u rodičky vymizí. [7], [8], [9].

1.2.1 Léčba DM

Lidé s DM mohou prožít plnohodnotný život, pokud dochází ke správné kompenzaci DM. Základem léčby lidí s DM 1. typu je dodržení poměru podávaného inzulínu, jídla a fyzické aktivity. Subkutánně podávaný inzulín je jejich jediným správným režimem intenzifikované inzulino terapie, která nahrazuje fyziologickou sekreci inzulínu. Tato terapie spočívá v podávání jedenkrát (večer) nebo dvakrát (ráno a večer) denně bazálního inzulínu s dlouhodobým účinkem, který neovlivňuje příjem potravy. Dlouhodobě působící analogy začínají působit od 50 do 120 minut a působí po dobu 24 hodin. Dále vždy před jídlem aplikovaný bolusový inzulín ve formě krátkodobě působících analog (účinek nastupuje do 30-ti minut a působí až 2 hodiny), kterými se upravuje aktuální hodnota glykémie. Obvyklé rozložení denního množství inzulínu mezi bazální a bolusový je rovnoměrný.

Inzulín se aplikuje pomocí inzulínového pera nebo inzulínové pumpy, kterou pacient nosí stále u sebe připevněnou například na pásku či podprsence. Pumpa aplikuje do těla nastavené množství bazálního inzulínu rychlostí, kterou nastavuje lékař a lze ji během dne upravit. Pro podání bolusových dávek je nutné pumpě zadat požadavek dle osobních potřeb. [10], [11].

1.2.2 Faktory ovlivňující aktuální hodnotu glykémie u DM 1. typu

Hladinu glykémie ovlivňuje mnoho faktorů - pohyb, stres, jídlo, alkohol, množství podávaného inzulínu, onemocnění, menstruace (u žen), teplota, kalibrace senzoru CGMS atd.

U senzoru CGMS je důležité pravidelné (ve stejnou dobu) a správné provedení kalibrace, čímž senzor měří přesněji a je stabilnější.

Dalším faktorem ovlivňující glykémii jsou **stresové reakce** organismu, ke kterým dochází například při infekcích, úrazech, extrémním vyčerpáním, popálení atd. Při stresových reakcích se do krve vyplavuje adrenalin, který často vede ke zvýšení hladiny glykémie. [12].

Menstruace ovlivňuje hladinu krevního cukru tím, že týden před menstruací dochází ke zvýšené citlivosti těla na inzulín, což má za následek vzestup glykémie před nástupem cyklu. Žena si podává větší množství inzulínu. V průběhu cyklu je obtížné hladinu glykémie ustálit a může docházet k hypoglykemiím. U dívek s DM 1. typu se může nástup menstruace o několik let oddálit.

Diabetici musejí dodržovat správné složení **jídel** a také volit správné velikosti porcí. V jejich jídelníčku by neměly chybět sacharidy (například ovoce, zelenina, luštěniny, celozrnné výrobky), vláknina, ryby a nenasycené tuky. Vláknina obsahuje nestravitelné sacharidy, které snižují glykémii a předchází kardiovaskulárním onemocněním. Doporučené potraviny s vlákninou jsou ovoce, zelenina, ořechy, luštěniny a celozrnná mouka. Mezi nenasycené tuky se řadí olivový nebo řepkový olej, avokádo a ořechy. Pro organismus jsou nenasycené tuky důležitým zdrojem energie a snižují hladinu cholesterolu v krvi. Jídlům s vysokým obsahem sacharidů by se měli diabetici vyhnout. [13], [14].

1.3 Fyzická aktivita u pacientů s DM

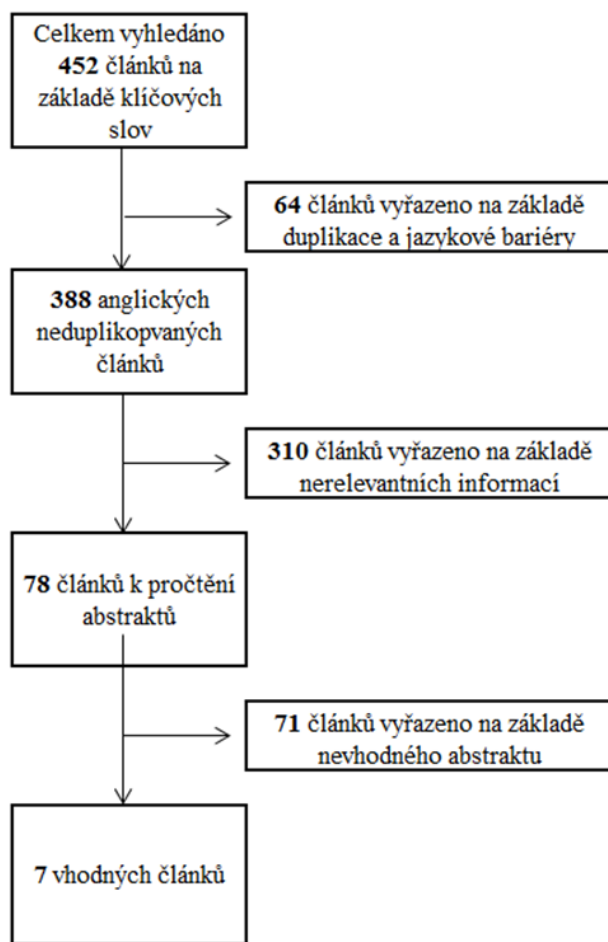
„Pravidelná fyzická aktivita 3-4x týdně snižuje celkovou potřebu inzulínu. Až o 3/4 se zvyšuje citlivost na inzulín!“ [14].

Výběr článků pro shrnutí poznatků kontinuálního monitorování glykémie v závislosti na fyzické aktivitě proběhl v databázi PubMed. Počet nalezených článků v uvedené databázi je zaznamenán v tabulce- Tabulka 1.1: Počet článků vyhledaných v uvedených databázích.

Tabulka 1.1: Počet článků vyhledaných v uvedených databázích.

	Kombinace klíčových slov
	continuous AND glucose AND monitoring AND physical AND activity
PubMed	452

Celkem jsem našla 452 článků, ze kterých jsem po eliminaci nevhodných článků použila 7 vhodných článků zabývajících se kontinuálním monitorováním glykémie a vlivu fyzické aktivity na hladinu glykémie.



Obrázek 1.2: Počet vhodných článků.

Tabulka 1.2: Přehled vybraných článků.

	autor	název článku	rok
1	Yom-Tov E, Feraru G	Encouraging Physical Activity in Patients With Diabetes: Intervention Using a Reinforcement Learning System.	2017
2	Cockcroft EJ, Moudiotis C	High-intensity interval exercise and glycemic control in adolescents with type one diabetes mellitus: a case study.	2017
3	Moser O, Mader JK, Tschakert G	Accuracy of Continuous Glucose Monitoring (CGM) during Continuous and High-Intensity Interval Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus.	2016
4	Colberg S, Sigal R	Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association	2016
5	Thomas F, Pretty CG, Desai T	Blood Glucose Levels of Subelite Athletes During 6 Days of Free Living.	2016
6	Gomez AM, Gomec C, Aschner P	Effects of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy.	2015
7	Zecchin C, Facchinetti A	Physical activity measured by physical activity monitoring system correlates with glucose trends reconstructed from continuous glucose monitoring.	2013

Tabulka 1.3: Výsledky vlivu fyzické aktivity u vybraných článků (studií) [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21].

	počet subjektů	druh fyzické aktivity	použití CGMS	výsledek studie/závěr
Encouraging Physical Activity in Patients With Diabetes: Intervention Using a Reinforcement Learning System.	27 pacientů s DM2	—	ANO	2 skupiny pacientů- 1.skupina plán fyzické aktivity/ 2.skupina bez fyzické aktivity (kontrolní skupina) → zlepšení hladiny HbA1c u 1.skupiny pacientů
High-intensity interval exercise and glycemic control in adolescents with type one diabetes mellitus: a case study.	3 pacienti s DM1 (věk pod 18 let)	vysoká + střední intenzita	ANO	při vysoké intenzitě byla glykémie během 24hodin nižší ve srovnání s žádnou fyzickou aktivitou
Accuracy of Continuous Glucose Monitoring (CGM) during Continuous and High-Intensity Interval Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus.	7 pacientů s DM1	vysokointenzivní	ANO	cíl studie: přesnost CGMS při vysokointenzivní zátěži → 78 % případů nepřesné měření
Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association	metaanalýza (10studí)	aerobní aktivita 3x týdně, více než 1hod	ANO	u lidí s DM1 typu zlepšení HbA1c, snížení rizikových kardiovaskulární faktorů, redukce hmotnosti, zlepšení pohyblivosti páteře, pozitivní dopad na odbourávání stresu
Blood Glucose Levels of Subelite Athletes During 6 Days of Free Living.	10 sportovců bez DM	trénink méně než 6hod/týdně	ANO	v důsledku přijímané stravy bohaté na sacharidy 7 sportovců měli hyperglykémii (z toho 3 sportovci i 2 hodiny po jídle)
Effects of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy.	35 lidí s DM1 (věk nad 18let)	aerobní 1x ráno + 1x odpoledne	ANO	častější nástup hypoglykémie po odpoledním cvičení než po ranním
Physical activity measured by physical activity monitoring system correlates with glucose trends reconstructed from continuous glucose monitoring.	20 zdravých lidí + 19 lidí s DM1	nízko-intenzivní	ANO	nepatrná korelace fyzické aktivity a glykémie

Pohyb je důležitou součástí zdravého životního stylu pro lidi bez diabetu i pro diabetiky, u kterých je fyzická aktivita důležitá pro řízení glykémie a pro celkového zdraví. Fyzická aktivita zahrnuje veškerý pohyb, který zvyšuje spotřebu energie, zatímco cvičení je plánováno, je to strukturovaná fyzická aktivita. Lidé s DM si musí při cvičení dávat pozor na hypoglykemické stavy, tudíž musí dodržovat správný inzulínový režim a dohlížet na vhodnou konzumaci jídla před, během a po cvičení.

Cvičení zvyšuje kontrolu glykémie u diabetiků typu 2, snižuje rizikové kardiovaskulární faktory, přispívá k úbytku hmotnosti, zlepšuje pohyblivost páteře a kloubů, zlepšuje duševní pohodu, odbourává stres a napětí. Pravidelné cvičení může zabránit nebo zpomalit vývoj diabetu 2. typu. [22].

Provedením metaanalýzy 10 studií u mladistvých do 18 let s DM 1. typu, kteří cvičili aerobní aktivity 3krát týdně déle než 1 hodinu, bylo zjištěno výrazné zlepšení hodnot HbA1c. U dospělých byla pravidelná fyzická aktivita spojena se zlepšením kardiovaskulární způsobilosti, s prevencí kardiovaskulární morbidity a mortality, zvýšenou svalovou silou, rostoucí svalovou hmotou, redukcí hmotnosti a viscerální tukové tkáně, a zvýšenou sensitivitou na inzulín. [18].

Fyzická aktivita a cvičení by měly být doporučeny všem jedincům s diabetem jako součást řízení glykemické kontroly a celkového zdraví. Zvláštní doporučení a opatření se budou lišit podle typu diabetu, věku, typu fyzické zátěže, frekvence, intenzitě a době trvání aktivity, a podle přítomnosti komplikací souvisejících s diabetem. Doporučení týkající se fyzické aktivity a cvičení by proto měla být přizpůsobena specifickým potřebám každého jednotlivce. Obecně lze říci, že pozitivní vliv na zdravotní stav jedince má fyzická aktivita, která je vykonávána alespoň 3krát týdně po dobu minimálně 20-ti minut a preferuje se spíše vytrvalostní a aerobní charakter. [23], [22], [24], [25].

- Anaerobní aktivita

Mezi anaerobní sporty, probíhající bez spotřeby kyslíku, patří například sprinty, vzpírání a posilování. Tyto sporty vedou k nárůstu objemu svalové hmoty. U pacientů s DM 1. typu dochází ke zvýšení inzulínové rezistence a vyplavování kontraregulačních hormonů, jako je adrenalin, čímž může dojít ke vzniku hyperglykémie, která může přetrvávat i po skončení fyzické aktivity. Hlavním energetickým zdrojem bývá svalový a jaterní glykogen, který je později po fyzické anaerobní aktivitě doplňován a ukládán do zásob svalů a jater, což může vést k následné hypoglykémii. [22].

- Aerobní aktivita

Aerobní cvičení zahrnuje opakovaný a nepřetržitý pohyb velkých svalových skupin. Hlavním zdrojem energie jsou volné mastné kyseliny, glukóza a kyslík. Doporučené aerobní aktivity jsou rychlá chůze, jízda na kole, jogging, plavání a běh na lyžích. Aerobní trénink zvyšuje citlivost na inzulín, a jelikož při sportu není potřeba cukr transportovat z krve do tkání, dochází k poklesu glykémie během pohybu, ale i po něm. U DM 1. typu chybí reakce jater na kontinuální doplňování glukózy ze zásobního glykogenu do krve, zejména kvůli hyperinzulinémii. Dále má fyzická aktivita pozitivní vliv na funkci plic, imunitní funkci, srdeční výkon, s čímž je spojeno snižování kardiovaskulárních rizik. Nepochází ke zvýšení objemu svalové hmoty, ale k aktivaci velkého množství svalových buněk. U diabetu 1. typu má pozitivní vliv na zvýšení kardiorepirační schopnosti, snížení inzulínové rezistence a zlepšení hladiny lipidů a endoteliální funkci. Přímý vliv cvičení na hladinu glykémie u lidí s DM 1. typu je nejasný. [22], [25].

- Sporty se smíšenou aktivitou

Mezi tyto sporty se řadí skupinové sporty, jako je například fotbal, basketbal, jelikož u nich dochází ke krátkému, ale vysokému anaerobnímu výkonu, který se střídá s aerobním pohybem. Tyto sporty mají vliv na glykémii takový, že ji v průběhu sportu zvyšují i snižují, čímž nemusí dojít ke změně hladiny glykémie. Po skončení skupinového sportu nastává mírná hypoglykémie, která výrazně poklesne až v časných ranních hodinách. [23].

Dle provedené randomizované studie, která zahrnovala 35 jedinců starších 18 let, kteří cvičili 1krát ráno a 1krát odpoledne a jejich glykémie byla sledována pomocí CGMS, se zjistil častější nástup hypoglykemických stavů po odpoledním cvičení než po provedeném cvičení v ranních hodinách. [21].

Základním pravidlem pro lidi s DM je, že sportovní aktivity musí vykonávat pravidelně ve stejnou dobu, stejně jako užívat léky nebo podávat inzulín. Pravidelné cvičení vede k souladu inzulínu s přijímanými potravinami a fyzickou aktivitou. Cvičení v nevhodnou dobu a nárazové cvičení s velkou fyzickou zátěží může být neúčinné a vede k metabolické nerovnováze. Další důležité pravidlo při sportování je, že člověk s DM musí vždy dbát na svůj fyzický stav, nepřetěžovat se a vnímat, jak se cítí. [26].

Kontinuální sledování hladiny glukózy může snížit strach ze cvičení, vyvolané hypoglykémie u diabetu 1. typu, tím že poskytuje trendy glukózy v krvi, které uživatelům umožňují předcházet a reagovat na hypoglykémii dříve.

Glykémii je důležité měřit před cvičením, během i po něm, jelikož hrozí hypoglykemický stav způsobený fyzickou aktivitou, kdy se glukóza v krvi spotřebovává. Proto by sportující diabetik měl mít stále u sebe nějaké sacharidy (zejména rychlé cukry). Hodinu před cvičením by si lidé s DM měli změřit glykémii 3krát (1 hodinu před cvičením, 30 minut před cvičením a dále těsně před zahájením fyzické aktivity), aby znali trend glykémie. Při nízké glykémii, obvykle pod hladinu $5,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, by měl diabetik přijmout nějaké jídlo. Vhodné rozmezí glykémie pro sportovní aktivity je od $5,5$ do $16 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Monitorace je zvláště důležitá u osob s DM 1. typu, kteří jsou závislí na injekčním podávání inzulínu. Pokud takový člověk začne sportovat s vysokou glykemií, obvykle nad $16 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, může se u něj glykémie naopak ještě zvýšit, jelikož tělo nedokáže zvýšit spalování glukózy, která je pohybem uvolněna z jater do krve, ve které se mohou objevit i ketolátky. Proto si lidé s DM musejí kontrolovat hladinu glykémie každých 30 – 60 minut během sportovních aktivit a nadále i další 3 hodiny po ukončení zátěže, dokud není hodnota glykémie ustálená na normální hladině. Zvýšenou pozornost monitoraci by měli věnovat lidé, kteří sportují nepravidelně a déle než hodinu. [25], [27], [28], [29].

1.3.1 Monitoring fyzické aktivity

Monitoring fyzické aktivity je dnes nedílnou součástí běžné populace, ale i populace s DM. Zdravý životní styl je dnes moderním způsobem života a s ním i spojené využívání fitness náramků nebo mobilních aplikací či chytrých hodinek, kterých je dnes obrovský výběr. Rozvoj těchto nových technologií umožňuje podávat uživateli přehled o míře vykonané fyzické aktivitě. Účelem využívání moderních technologií monitorace fyzické aktivity je kontrola a zlepšení fyzické výkonnosti, snížení hmotnosti a u lidí s DM prevence před hypoglykemií.

Pro monitoraci se využívají krokoměry, fitness náramky a mobilní aplikace. Krokoměr udává počet kroků během vykonané aktivity a také informaci o nachozené vzdálenosti, o spálených kaloriích nebo převýšení. Fitness náramky udávají stejné informace jako krokoměr, ale navíc mohou mít zabudovaný senzor měřící tepovou frekvenci – důležitá informace o intenzitě fyzické aktivity. Dále jsou mezi sportovci, aktivními i pasivními, oblíbené mobilní aplikace, které využívají GPS signál a po vykonané sportovní aktivitě umožňují zpětné prohlížení trasy, převýšení, rychlosti pohybu, dobu vykonaného pohybu či porovnávat tyto údaje s předchozím sportováním. Uživatele také upozorňují na nejlepší výsledky. [30], [31], [32].

Využívání CGMS a monitorace fyzické aktivity u osob s DM přináší možnost porovnat výsledky fyzické zátěže a trendu hladiny glykémie s cílem vyhnout se hypoglykemickým stavům. Díky monitoraci zátěže a glykémie se mohou naučit rozpoznávat nastávající hypoglykémii a předcházet jí.

Řada mobilních aplikací (např. iPro2 my Log od společnosti Medtronic) je schopna přijímat data ze senzoru CGMS, osobních glukometrů nebo inzulinových pump a také data o vykonané fyzické aktivitě z krokoměrů, chytrých hodinek (Fitbit Surge od společnosti Fitbit, Up od společnosti Jawbone,...) a mobilních aplikací (Moves, Runkeeper). [33].

„Originální český příspěvek k tématu je telemonitorovací systém Diani, který byl vytvořen ve spolupráci našich pracovišť (pozn. autora: Společné pracoviště 1.lf UK a FBMI ČVUT) a který umožňuje shromažďovat data z různých elektronických přístrojů (glukometr, kontinuální monitor, krokoměr fitbit) a přehledně je zobrazit např. v podobě časového grafu.“ [34].

Monitorace fyzické aktivity je dnes oblíbená nejen mezi koncovými uživateli, ale také u poskytovatelů zdravotní péče. Například ve Velké Británii soukromé zdravotní pojišťovny odměňují své pojištěnce jistými bonusy za uběhnuté kilometry, jelikož sportovní aktivity snižují prevalenci některých onemocnění. [35].

1.4 Způsoby měření glykémie

Koncentrace glukózy v krvi se začala rutinně stanovovat až v první polovině 20. století. Dnes ke stanovení diagnózy přispívá důkladná anamnéza a laboratorní vyšetření ze vzorku krve odebraného nalačno nebo postprandiálně. Vyšetření se provádí z plazmy žilní krve s přidáním antikoagulantu a fluoridu sodného, který inhibuje glykolýzu. [7].

K měření glykémie se používá plazma z odebrané periferní krve nalačno. Samotné stanovení je založeno hlavně na enzymových metodách, například metody s glukózaoxidázou (GOD), s hexokinázou (HK) nebo s glukózodehydrogenázou (GDH).

Metoda s glukózaoxidázou je založená na oxidaci glukózy v analyzovaném vzorku na D-glukonolakton. Vznikající peroxid vodíku se stanovuje Trinderovou reakcí. Reaguje s 4-aminoantipyrinem a fenolem za vzniku chinonmonoiminového barviva, které proměříme spektrofotometricky. Nárůst absorbance barevného produktu je přímo úměrný množství glukózy v analyzovaném vzorku.

Druhá metoda je založená na fosforylaci glukózy enzymem HK. Tento test se nazývá optickým testem, neboť dochází k přeměně na NADP^+ na NADH, který se proměří spektrofotometricky. Absorbance NADH je přímo úměrná množství glukózy v analyzovaném vzorku.

Poslední rutinně používanou enzymovou metodou je měření s použitím GDH. Glukóza se v přítomnosti GDH oxiduje na glukonolakton a dojde k redukci NAD^+ na NADH, u kterého se zjišťuje absorbance přímo úměrná hladině glukózy v krvi. [6], [36].

1.4.1 Stanovení C-peptidu

Stanovení množství produkovaného C-peptidu odpovídá množství produkovaného inzulínu. Vyšetřuje se za účelem odlišení jednotlivých druhů diabetu. Fyziologické hodnoty C-peptidu se pohybují v rozmezí od $0,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ do $1,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V počátečním stádiu DM 2. typu jsou hodnoty zvýšené, jelikož tkáň organismu jsou rezistentní na inzulín, pankreatické β -buňky se snaží překonat tuto rezistenci zvýšenou sekrecí inzulínu. Dále zvýšené hodnoty se objevují u inzulinomu, nádoru slinivky břišní, kdy Langerhansonové ostrůvky produkují nadměrné množství inzulínu vedoucí k hypoglykemiím, a při renální insuficienci. Naopak snížené hodnoty se projeví v pozdní fázi DM 2. typu a při onemocněním 1. typem DM. [1], [9].

1.4.2 Glykovaný hemoglobin

Hemoglobin v erythrocytech podléhá glykaci (neenzymatická reakce hemoglobinu a glukózy) a vznikají různé frakce hemoglobinu. Frakce HbA1c se stanovuje k dlouhodobému (za předchozím 8 týdnů) posouzení kompenzace DM, což je výhodou pro sledování léčby diabetu, jelikož pacient nemůže ovlivnit výsledek jako u osobních glukometrů dietní stravou, hladověním nebo zvýšenou fyzickou aktivitou.

Výsledky se udávají v procentech vzhledem k celkovému množství hemoglobinu nebo v $\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$. Fyziologické hodnoty u zdravých lidí jsou od $28 \text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ do $40 \text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2,8 – 4,0 % dle IFCC). Od hranice $47 \text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ (4,7 %) je diagnostikován DM. Pro sledování kompenzace diabetu se určují tři stupně – výborná, uspokojivá a neuspokojivá kompenzace. U výborně zvolené léčby se hodnoty pohybují do $43 \text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ (dle IFCC do 4,3 %), výsledky uspokojivé léčby do $53 \text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ (5,3 %) a nad tuto hodnotu vycházejí výsledky u nevhodné kompenzace. [6], [37], [38], [39].

1.4.3 POCT- point of care testing

POCT jsou malé přenosné přístroje pomoci, u kterých lze provádět vyšetření v místě péče pacienta a samovyšetření pacientem například v domácím prostředí. Jedním z POCT přístrojů je i osobní glukometr, který nahrazuje laboratorní stanovení. První přenosný glukometr, z roku 1965, odstartoval novou éru v léčbě diabetu a stal se předchůdcem osobních glukometrů. Tyto přístroje jsou přesné, spolehlivé, rychlé a jednoduché na ovládání. Bohužel neslouží ke stanovení diagnózy, ale pouze

kontrolnímu stanovení glykémie, na základě které si pacient může upravit dávku inzulínu nebo příjem potravy. [7].

K měření musí být použity tzv. testovací proužky, na které se aplikuje odebraná kapilární krev z bříška prstu a koncentrace glykémie se stanoví elektrochemickou detekcí nebo fotometrickou metodou. Principem elektrochemické metody je chemická reakce glukózy a testovacího proužku, na kterém dochází k oxidaci redukováného koenzymu a uvolněné elektrony spojí elektrický obvod s glukometrem. Intenzita elektrického proudu je přímo úměrná množství glykémie.

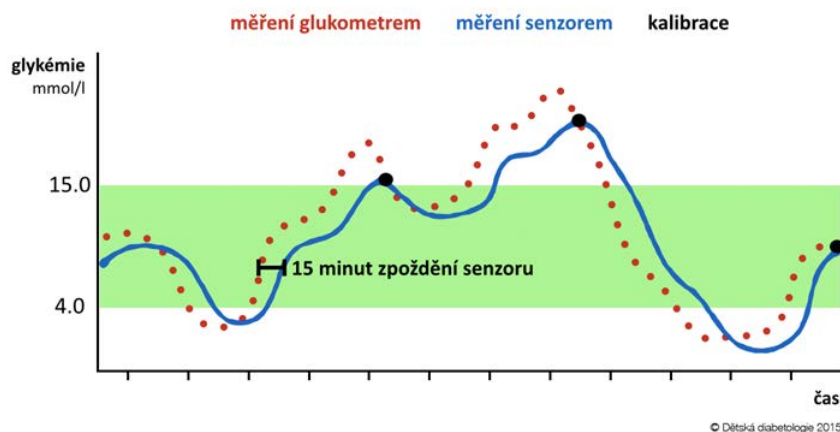
Při fotometrické metodě dochází k chemické reakci glukózy a testovacího proužku, který se zabarví. Vzniklé zabarvení o určité intenzitě pohltí část světelného paprsku vysílaného z glukometru a část se odrazí zpět. Odražené množství paprsku je úměrné glykémii.

Selfmonitoring slouží ke stanovení glykemického profilu, při kterém měříme glykémii 4krát (malý glykemický profil) nebo 8krát (velký glykemický profil) denně. Tato průběžná denní monitorace je prováděna za účelem zjištění změn hladiny glukózy v krvi během dne. [1], [40], [41].

1.5 Kontinuální měření glykémie

Kontinuální měření glykémie (CGMS- continuous glucose monitoring system) je technologie udávající hladinu glukózy v intersticiální tekutině během celého dne. Tato metoda monitorování glukózy spočívá v zavedení senzoru do podkoží a následném monitorování koncentraci glukózy v intersticiální tekutině, nikoli v krvi, v reálném čase. Hodnota koncentrace glukózy v intersticiální tekutině koreluje s glykemií v plazmě, avšak díky časovému zpoždění ve změně koncentrace glukózy v intersticiu vůči plazmě zejména při rychlé změně glykémie se může aktuálně změřená hodnota kontinuálním monitorem od hodnoty plazmatické mírně lišit.

Kontinuální měření glykémie slouží zejména ke sledování glykemických trendů a snazšímu předcházení hypoglykémie či hyperglykémie, dále slouží k dlouhodobému přehledu o glykemické variabilitě a umožňuje vhodně nastavit dávkování inzulínu. Dále se díky tomuto měření glykémie dá předejít chybám, kterých se pacienti dopouští například nevhodným stravováním (postprandiální hyperglykémie) nebo větší fyzickou námahou. [42], [43], [44], [45].



Obrázek 1.3: Zobrazení kontinuálního měření glykémie. [43].

„Kontinuální monitorace glukózy ve spojení s intenzivním inzulínovým režimem je velmi efektivní a doporučuje se zejména u diabetiků 1. typu a u pacientů s častějšími hypoglykemiemi a poruchou vnímání hypoglykemií. Efektivní je rovněž při výrazných postprandiálních glykemiích a při nesouladu glykemických profilů a HbA_{1c}.“ [46].

System monitorace se skládá ze tří částí: senzoru, vysílače (transmitter) a přijímače (receiver).

Senzor je elektroda složená z platinového drátku s enzymatickou vrstvou glukózo-oxidázou pracující na principu glukózo-oxidázové reakce. Pacient si senzor zavádí buď sám, nebo za pomoci vyškolené zdravotní sestry v ambulanci, a to do podkoží s pomocí zavaděče pod úhlem 45° – 90°. Nejčastější oblastí zavedení senzoru je břicho nebo paže pacienta. Po zavedení se senzor musí nechat inicializovat – zahřát a zvlhčit intersticiální tekutinou. Poté může začít samotné měření, které probíhá na principu chemické glukózo-oxidázové reakce, při které vzniká peroxid vodíku. Peroxid vodíku proniká na platinovou elektrodu, kde je generovaným napětím rozložen na kyslík, vodu a elektrony vytvářející ISIG signál (input signal of interstitial glucose) sloužící k určení koncentrace glukózy v rozmezí od 2,2 do 22 mmol·l⁻¹.

Transmitter slouží k přenosu dat od senzoru k receiveru. Transmitter je drátkem propojen se senzorem a přilepen náplastí na kůži. Každých pět minut přenáší data do receiveru prostřednictvím rádiových vln. Vysílač musí být dostatečně malý, lehký a vodotěsný, jelikož si ho pacient přilepí náplastí na kůži paže, břicha či jiných alternativních míst, kde ho nosí po dobu minimálně 1 týdne.

Měřená data jsou každých pět minut přenesena do **přijímače**, ve kterém se data ukládají k pozdějšímu zobrazení v příslušném softwaru počítače, nebo existují přijímače s displayem pro zobrazení aktuální hodnoty monitorování, tzn. monitorování real-time, kdy pacient na displayi vidí aktuální výsledky měření v reálném čase. Výhodou monitorování real-time je, že pacient může na výsledky měření reagovat úpravou svého diabetického režimu. Pokud pacient využívá přijímače bez displaye, využívá tzv. kontinuální zaslepenou monitoraci, která spočívá v tom, že pacient nevidí změřenou hodnotu, ale výsledky probere se svým lékařem, který si výsledky otevře v příslušném softwaru počítače. Pro některé pacienty je toto monitorování výhodou, jelikož se neznepokojují potřebnými výsledky měření a lékař snadněji odhalí problematická místa v léčbě. [25], [47], [48].



Obrázek 1.4: Senzore Enlite (vlevo) a transmitter s vysílačem. [48].

1.5.1 Systémy CGMS

Rozvoj CMGS se značně vyvíjí. V současné době jsou na světovém trhu dostupné kontinuální monitory pracující převážně na **elektrochemickém principu** založeném na glukózooxidázové reakci.

Dalším možným principem měření kontinuální monitorace glykémie je princip mikrodialýzy, na které pracuje systém GlucoDay od firmy A. Menarini Diagnostic.

Další rozvíjející se monitorací je **neinvazivní měření glykémie**, které je v současné době ve fázi výzkumu, jelikož naměřené hodnoty nejsou přesné. Příkladem takové neinvazivní metody je systém GlucoWatch, který pracuje na principu reverzní iontoforézy. Velkou výhodou neinvazivních metod je neporušený vstup do organismu pacienta, což sebou přináší velkou redukci rizika infekce. [25] [49]

Tabulka 1.4: Systémy CGMS.

<i>Systém CGM</i>	<i>Výrobce</i>
<i>Guardian RT + senzor Enlite™</i>	<i>Medtronic MiniMed</i>
<i>Minimed pump+ senzor Enlite™</i>	<i>Medtronic MiniMed</i>
<i>CGMS iPro 2 + senzor Enlite™</i>	<i>Medtronic MiniMed</i>
<i>Guardian™ Connect + senzor Enlite™</i>	<i>Medtronic MiniMed</i>
<i>G4® Platinum</i>	<i>Dexcom Inc.</i>
<i>G5® Mobile</i>	<i>Dexcom Inc.</i>
<i>G6®</i>	<i>Dexcom Inc.</i>
<i>Freestyle Navigator</i>	<i>Abbott</i>
<i>Eversense</i>	<i>Senseonics™</i>

- CGMS Gold (Medtronic Minimed, Northridge, CA)

Systém Gold od společnosti Medtronic je na trhu od roku 2003. Senzor, složený ze tří elektrod, je aplikován do podkoží v oblasti břicha, kde kontinuálně každých 5 minut zaznamenává hladinu glukózy v intersticiální tekutině. Životnost senzoru je pouze 3 dny a je určen k jednorázovému použití.

Nevýhodou a velkým nedostatkem tohoto systému je absence přijímače s displayem pro zobrazení aktuální naměřené hodnoty, proto uživatel musí shlédnout naměřená data retrospektivně v počítačovém programu. Další nedokonalostí systému je častá kalibrace, kterou musí uživatel provést 4krát denně. [50].
- CGMS Guardian Real Time (Medtronic Minimed, Northridge, CA)

Kontinuální systém měření Guardian Real Time je novější verze systému Gold, oproti kterému je součástí systému také monitorovací zařízení s displayem. Monitor je malý přístroj, který pacient nosí například na opasku a zaznamenává hodnoty naměřené glykémie po 10 vteřinách a zobrazuje měření po 5 minutách jako průměr desetivteřinového měření. Výchyly měření od normálních hodnot jsou alarmovány uživateli, kterého včas upozorní na hypoglykémii. Systém Guardian Real Time používá senzor Enlite, což je nejnovější a nejmenší senzor, který si pacient zavádí pod úhlem 90° po dobu 6-ti dnů. Jehla senzoru je dlouhá 10,5 mm. [48], [42].

Velkou výhodou systémů Medtronic je propojení s inzulínovou pumpou a sdílení naměřených dat se svým lékařem pomocí softwaru Medtronic CareLink.

- **G4 Platinum (Dexcom, CA, USA)**
 Senzor G4 Platinum od společnosti Dexcom, Inc. je nejrozšířenější systém k měření kontinuální glykémie. Zavádí se pod úhlem 45° těsně do podkoží. Po zavedení se musí 2 hodiny inicializovat. Zavedený senzor má životnost 7 dní, a jelikož je velmi malý (13 mm) pacient zavedený senzor ani necítí. Informace ze senzoru jsou na základě rádiových vln přenášeny do přijímače, ten může být vzdálen od vysílače a senzoru až 6 m. Naměřené hodnoty se zobrazují na barevném displayi přijímače po pětiminutovém měření za posledních 3, 6 a 9 hodin. Výkyvy hladiny glykémie upozorní uživatele alarmem. [51].
- **G5 Mobile (Dexcom, CA, USA)**
 Senzor G5 Mobile je novější generace od společnosti Dexcom, Inc. Kromě možnosti využití obvyklého přijímače, jako je u systému G4, je zde navíc možnost použít jako přijímač kompatibilní smartphone s nainstalovanou mobilní aplikací, což je výhodou pro uživatele, který u sebe nechce nosit další zařízení. Senzor je kompatibilní s mobilními aplikacemi v operačních systémech Android nebo Apple. Zvukový alarm signalizující informace o nízké nebo vysoké hladině glukózy si uživatel může nastavit ve svém mobilním telefonu, např. upozornění stejné jako u příchozí textové zprávy. Další výhodou této technologie je možnost sdílení dat pomocí aplikace Dexcom Share, což uvítají především rodiče dětí s DM 1. typu. [52], [53].
- **G6 (Dexcom, CA, USA)**
 Nejnovější technologie od firmy Dexcom je momentálně dostupná pouze v USA. Přínosem tohoto systému je, že senzor vydrží až 10 dní a kalibruje se pouze při prvním použití. Dalším přínosem je až o 28 % menší rozměr vysílače než předešlé generace a nový typ zavaděče, jehož aplikace je oproti předchozí verzi mnohem jednodušší. [54], [55].
- **Freestyle Navigator II CGM (Abbott)**
 Systém Freestyle Navigator II, který na českém trhu není dostupný, se skládá z komponent: senzor, vysílač a přijímač. Senzor o rozměrech 5,5 mm (délka), 0,6 mm (šířka), 0,25 mm (tloušťka) se zavádí do podkoží pod úhlem 90° s délkou životnosti 5 dní, během kterých musí dojít 4krát ke kalibraci (nejlépe po 10, 12, 24 a 72 hodinách od zavedení). Přijímač zobrazuje měření hladiny glykémie každou minutu a zobrazuje trend měření za posledních 15 minut. Na přicházející hypoglykémii upozorní uživatele alarmem, u něhož je možné nastavit si citlivost. Rozsah měření tohoto systému je od 3,3 do 17 mmol·l⁻¹. [56].

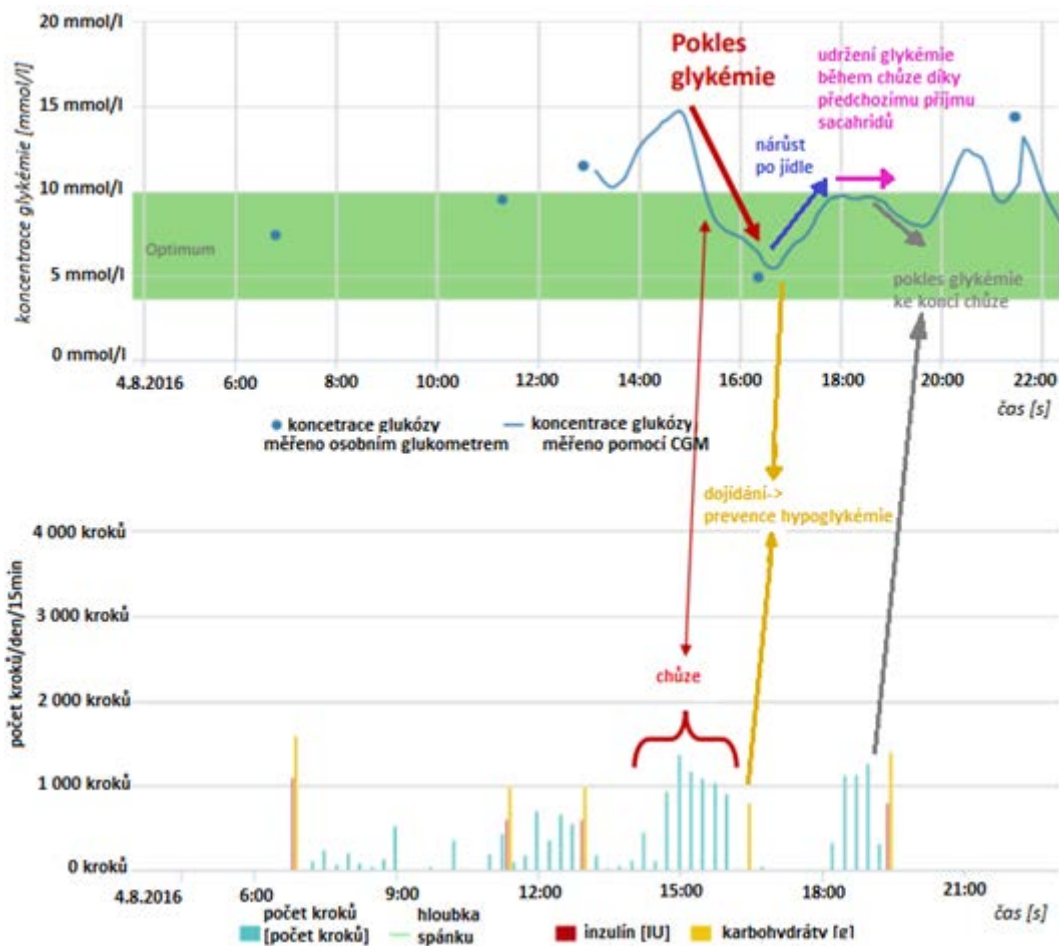
- **Eversense**
 Systém Eversense představuje poslední trend v monitorování glukózy, který zahrnuje implantabilní senzor, který vydrží až 90 dní, vyjímatelný inteligentní vysílač a mobilní aplikaci. Senzor aplikuje lékař, nikoli sám pacient. Tím, že je senzor na rozdíl od ostatních snímačů glukózy určen k subkutánní implantaci v horní části paže, eliminuje se nevýhoda předešlých systémů, u kterých se část senzoru musí na kůži pacienta přilepit lepenkou. Měření a zobrazení hodnot glukózy se provádí automaticky bez nutnosti zásahu uživatele. [57].
- **Flash Glucose Monitoring**
 Metoda tzv. „Flash Glucose“ monitorace (FGM) je založena na stejném principu měření koncentrace glukózy jako výše uvedené CGM systémy, ale vyčítání hodnot glykémie je realizováno „přeskenováním“ transmitteru pomocí čtečky. FreeStyle Libre od společnosti Abbott je v současnosti schválen pouze v Evropě. Monitorování tímto systémem je založeno na zavedení senzoru do podkoží v oblasti paže spolu se snímačem. Pokud samostatné čtecí zařízení s dotykovým přístrojem je v blízkosti snímače, přenáší se ze senzoru data o okamžité hladině glukózy a dále je čtecí zařízení schopno zobrazovat osmihodinový trendový graf. Nicméně, na rozdíl od ostatních systému CGM nemá Flash Glucose Monitoring schopnost alarmovat hypoglykemické a hyperglykemické stavy, zobrazuje pouze osmihodinové trendy, na kterých jsou tyto výkyvy zaznamenány. Systém FreeStyle Libre nevyžaduje kalibraci hodnotami z osobního glukometru, jelikož je už nakalibrován od výrobce. [57], [58].

1.5.2 Kalibrace

Pro přesnost měření hladiny glukózy v intersticiální tekutině odpovídající hladině glykémie v krvi je nutné po zavedení senzoru do podkoží nechat senzor 2 hodiny inicializovat, neboli zahřát ve vnitřním prostředí a zvlhčit intersticiální tekutinou, a potom kalibrovat. Kalibrace se provádí tak, že se do přístroje vloží první kalibrační hodnota glykémie (v případě systému Dexcom 2 hodnoty), kterou pacient zjistí pomocí osobního glukometru a odběru kapilární krve z bříška prstu. První kalibrační hodnota glykémie slouží jako výchozí bod kontinuálního měření. Pro přesnost měření je důležité vkládat kalibrační hodnoty alespoň jednou za 12 hodin a nejlépe v době relativně stabilní hladiny glykémie (před jídlem). [42], [59].

1.6 Kontinuální monitorování hladiny glykémie při vykonané fyzické aktivitě

Kontinuální sledování hladiny glukózy pomocí glukózového senzoru v průběhu fyzické aktivity může vést k detekci a prevenci hypoglykémie, díky monitorování hladiny glykémie před, během a po sportu a zohlednění sportu a příjmu sacharidů vzhledem k závislosti na inzulínu. Kontinuální monitorace glykémie je velkým pomocníkem při měření glykémie v noci po sportovní aktivitě, kdy může včas detekovat hypoglykémii. Podle studie Yardley et al. pacienti s DM 1. typu vykazovali při aerobním cvičení přijatelné srovnání systému CGM a glukózou v plazmě. [23], [17].



Obrázek 1.5: Vztah fyzické aktivity a koncentrace glukózy v plazmě a intersticiální tekutině. [60].

Na Obrázek 1.5 je graficky znázorněn trend glykémie v době fyzické aktivity. Při chůzi se glykémie snížila z $15 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ na $7 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, kdy muselo dojít k příjmu sacharidů, díky kterým následně došlo k nárůstu glykémie a udržení ji na $10 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ během další fyzické zátěže.

1.7 Inovativní metody měření hladiny glykémie v zahraničí

Diabetes všech typů vede k mnohým komplikacím a zvyšuje riziko předčasného úmrtí. V roce 2012 diabetes zapříčinil 1,5 miliónu úmrtí po celém světě. Počet lidí s diabetem se od roku 1980 téměř čtyřnásobně zvýšil. Ve světě se zvyšuje prevalence, zejména v zemích s nízkými a středními příjmy. Příčin vzniku onemocnění je mnoho. Nárůst prevalence je způsoben nárůstem počtu lidí s nadváhou a obezitou, rozsáhlým nedostatkem fyzické aktivity. Předcházet tomuto onemocnění lze zdravou výživou, pravidelnou fyzickou aktivitou a udržováním normální tělesné hmotnosti a zabránění užívání tabáku. [61].

1.7.1 GlucoDayS

GlucoDay S je minimálně invazivní metoda vyvinutá italskou společností A. Menarini Diagnostics slouží k nepřetržitému monitorování glykémie tím, že se pod kůži v oblasti břicha zavede mikrovláknko, které je součástí malého biosenzoru. Metoda je založena na mikrodialýze, která umožní přestup některých molekul přes semipermeabilní membránu. Rychlost přestupu molekul z intersticiální tekutiny se monitoruje 1krát za minutu. Hodnoty koncentrace glukózy v dialyzátu se bezdrátově přenesou do řídicí jednotky, kde se data uloží a graficky se zobrazí výsledky. Řídicí jednotku nosí pacient stále u sebe. Nevýhodou je imunitní systém člověka, který se snaží mikrovláknko eliminovat, proto se může užívat pouze po dobu 48 hodin. GlucoDay S je k prodeji v Rakousku, Belgii, Itálii, Francii, Německu, Řecku, Velké Británii, Portugalsku, Španělsku a Nizozemsku. [62], [63].

V roce 2010 byla provedena studie, která porovnávala měření pomocí GlucoDays S, Biostator a laboratorní stanovení enzymem hexokinázou. Tyto tři metody byly stejně přesné, proto lze GlucoDay S považovat za spolehlivou metodu pro kontinuální sledování glukózy. [64].

Dnes se již využívá nová generace GlucoDay S, která je stabilnější a má delší životnost, tzv. GlukoMenDay. [65].

1.7.2 SugarBeat

Sugarbeat je nová moderní technologie od firmy Nemauro Medical sloužící k neinvazivnímu kontinuálnímu monitorování glykémie. Skládá se z náplasti spolu upevněným vysílačem a dále zařízení s displayem (smartphone, chytré hodinky) k zobrazení výsledku měření, které probíhá po pěti minutách. Principem této moderní technologie je průchod elektrického proudu pokožkou v důsledku pohybu molekul glukózy z intersticiální tekutiny směrem k povrchu kůže v místě umístěné náplasti monitorovacího zařízení. [66].

„Dle dosavadních výsledků z klinické studie by měla být přesnost glukometru Sugarbeat dostatečná pro použití u pacientů s diabetem 1. a 2. typu. Očekávaná cena by přitom měla být srovnatelná s finančními náklady na měření běžným osobním glukometrem s proužky. Společnost Neumara Medical předpokládá uvedení na trh ve Velké Británii již v tomto roce, doufejme tedy, že časem doputuje i do ČR.“ [67].

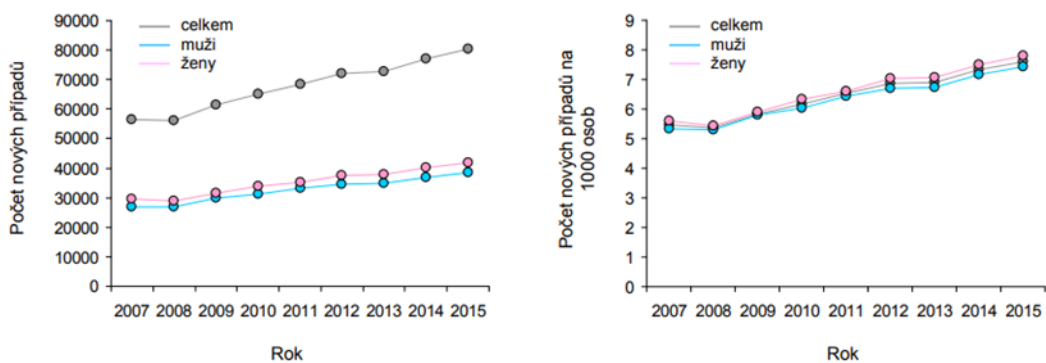
1.7.3 GlucOnline

Společnost RocheDiagnostics vyvinula GlucOnline založený na implantaci elektronického biosenzoru do podkoží pacienta za účelem sledování hladiny glukózy. Vědci došli k názoru, že mobilní telefony jsou účinným nástrojem, který může pomoci pacientům s DM, a proto vyvinuli aplikace pro zaznamenávání denní hladiny glukózy v krvi. V aplikaci GlucOnlineCoach (GO Coach) je vytvořen osobní trenér (virtuální člověk, u kterého je možno zvolit pohlaví), který s uživatelem komunikuje a formou svých nálad ukazuje uživateli správné dodržování denního režimu ovlivňující hladinu glukózy v krvi. Primárním cílem aplikace je podporovat uživatele v dodržování měřicího režimu, který si zvolil. Údaje je možno sledovat přes server GlucOnline, což je výhodou nejen pro lékaře, kterým se sníží náklady na ošetření, ale i pro pacienty, kteří ušetří čas strávený u lékaře. [68], [69].

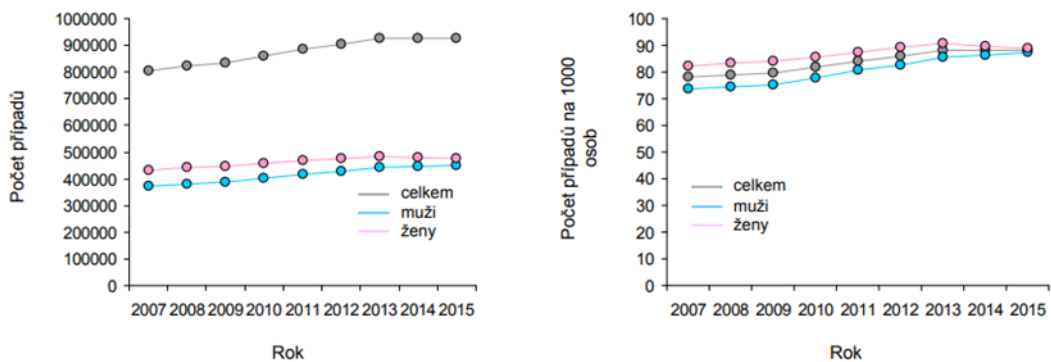
1.8 Současný stav DM v České republice

V české populaci se dle WHO se vyskytuje s diabetem kolem 9,6 % lidí z celkového počtu 10 543 000 obyvatel (údaj z roku 2016). [70].

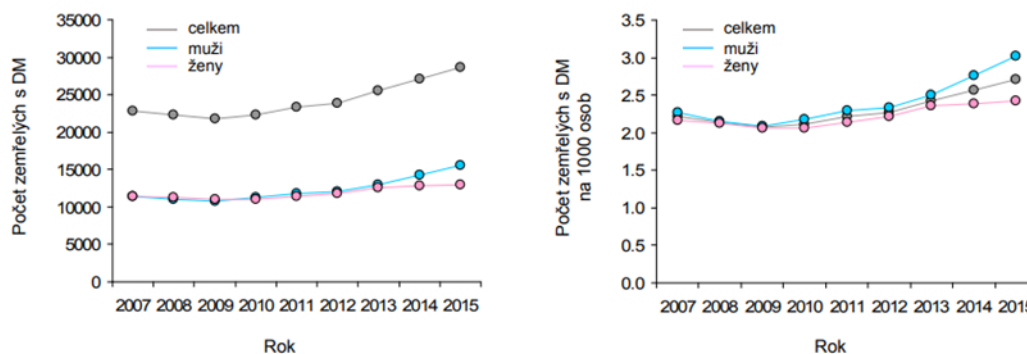
Prevalence onemocnění se každý rok zvyšuje. Příčinou je nárůst autoimunitních onemocnění, nezdravý způsob života, stárnoucí populace, ale také zlepšení diagnostiky DM. Nepatrně více je toto onemocnění zaznamenáno u žen než u mužů (Obrázek 1.7). V roce 2015 trpělo onemocněním DM 1. typu 6,7 % (57 945 osob) a DM 2. typu 91,7 % (786 586 osob). [71].



Obrázek 1.6: Incidence pacientů s DM. [72].



Obrázek 1.7: Prevalence léčených pacientů s DM. [72].



Obrázek 1.8: Úmrtnost ve skupině pacientů s DM (DM nemusí být příčinou úmrtí). [72].

1.8.1 Úhrada kontinuální monitorace glykémie

Pro využívání kontinuálního monitorování glykémie si pacient musí pořídit senzor, vysílač a přijímač. V ČR není tato metoda monitorace plně hrazena zdravotní pojišťovnou, proto si ji pacient musí částečně uhradit. Jediní pacienti, kterým zdravotní pojišťovna hradí 24 senzorů za rok, jsou děti, konkrétně děti do 18 let s DM 1. typu a s inzulínovou pumpou. Senzor, který má životnost 6 – 7 dní stojí 1 000 Kč až 1750 Kč. Vysílač se dá pořídit okolo 10 000 Kč a přijímač stojí až 13 000 Kč.

K 1.4.2018 webový portál diahelp.cz zveřejnil doplatky pacientů na pořízení senzorů a vysílačů (viz příloha). Vysílač Minilink pro inzulínovou pumpu mají děti do 18 let zcela zdarma, děti nad 19 let hradí 2 500 Kč, na vysílač spolu s přijímačem doplácí 4 975 Kč. Senzor Enlite doplácí zdravotní pojišťovna dětem do 18 let v počtu 24 kusů za rok, více kusů stojí dětského pacienta 300,25 Kč za kus. Vysílač k senzoru Enlite, který má životnost 24 měsíců, pacienta (bez omezení věku) stojí 2 500 Kč. Senzor spolu s přijímačem s užitečnou dobou 48 měsíců stojí pacienta 4 975 Kč.

Vysílač Dexcom G4 Platinum hradí dětský uživatel (do 18 ti let věku) pouze pokud je napojen na inzulínovou pumpu částkou 3 061 Kč, pokud si aplikuje inzulín pomocí inzulínového pera vysílač i přijímač má zcela bez doplatku. Vysílač Dexcom G5 Mobile mají děti do 18 let zdarma, nad 19 let hradí 2 304 Kč. Sensory Dexcom stojí dětské i dospělé pacienty od 429 Kč do 729 Kč za kus, cena se odvíjí od využitých kusů za rok. Přijímač Dexcom G4 Platinum stojí pacienty bez omezení věku 3 474 Kč. [73].

1.8.2 Národní diabetologický registr

Od roku 2016 je v ČR zaveden Národní diabetologický registr, který spravuje Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Cílem registru je zjistit, kolik pacientů se léčí s DM, a jakého typu, v jaké věkové kategorii se pacienti pohybují, v jakém regionu je pacientů nejvíce, jak se léčí a kolik léčba stojí. Všechny tyto informace mají být přínosem pro stát, pojišťovny a pro lékaře, kteří mají zpětnou vazbu o správně nastavené léčbě svých pacientů. Dalším úkolem registru je plánovat preventivní programy pro pacienty s DM zaměřené do regionů s největší četností tohoto onemocnění.

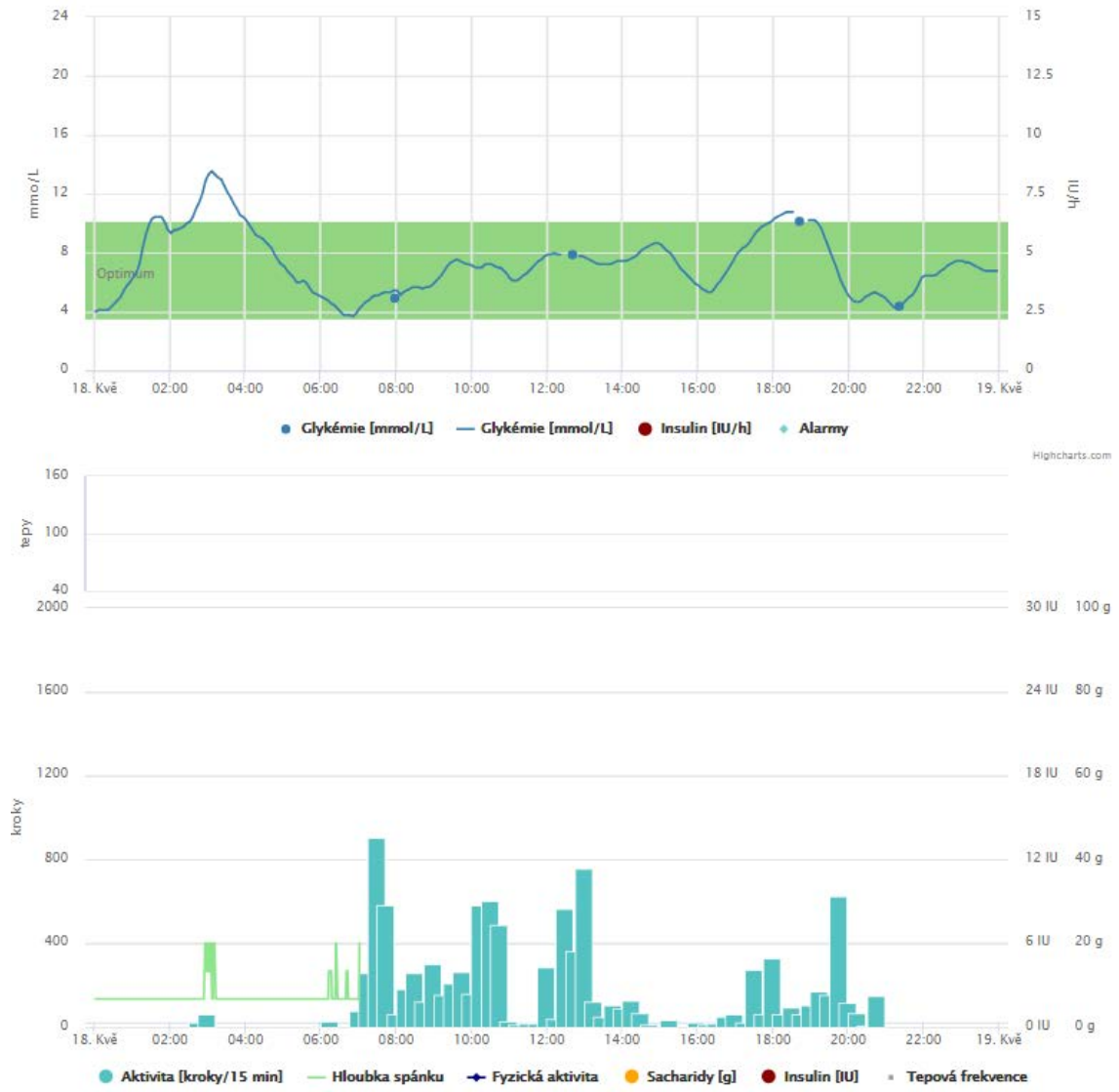
Národní diabetický registr by měl mít přínos i pro zavedení nových technologií a léčiv pro efektivní léčbu pacientů s diabetem. Registr jedná s pojišťovnami a případnými zájemci o možnostech nových technologií pro léčbu diabetu a jejich zavedení do praxe. Pořádá odborné semináře s cílem edukace a seznámení diabetologů s novými technologiemi v léčbě DM. Bohužel v současné době je registr ve výstavbě. [74], [75], [76].

1.8.3 Telemonitorovací systémy

Carelink™ Personal je software sloužící k zobrazení dat přenesených z inzulínové pumpy ve formě grafů, schémat a zpráv o glykemickém trendu. Tento software má napomoci diabetikům porozumět faktorům ovlivňující glykémii. Pokud pacient používá systém Guardian Real-Time, může si data přes internet stáhnout. [77], [78].

Diasend® je jednoduchý a efektivní software ke komunikaci mezi zdravotními pracovníky a pacienty. Poskytuje kompletní technické řešení pro přenos, uchovávání a sledování hodnot glykémie a dávek inzulínu. [79].

Společné pracoviště 1.LF UK a FBMI ČVUT se podílelo na přínosu v monitoraci hladiny glykémie v České republice. Jedná se o telemonitorovací systém Diani, který umožňuje online sběr dat o aktuální hladině glykémie: z kontinuálního měření glykémie (Dexcom, Medtronic, Freestyle Navigator), osobních glukometrů (FORA Diamond mini), inzulínových pump a inzulínových per, sběr dat o fyzické aktivitě- z krokoměru (Fitbit), chytrých telefonů, chytrých hodinek, osobních vah, tlakoměru a sběr dat z diabetického deníku využívaného formou mobilní aplikace. Tyto data si pacient může prohlížet v reálném čase v systému Diani, který umožňuje synchronizaci všech dat a přehledně je zpracuje do tabulek a grafů. Pacient si data může stáhnout v různém formátu, buď zpracované v tabulkách a grafech, v pdf souboru, nebo jako čistý report dat. Do systému se může pomocí svého účtu přihlásit i lékař, kterému jsou poskytnuty všechny informace vedoucí ke správné léčbě. Obou těmto uživatelům přináší přehled o hladině glykémie v závislosti na ostatních parametrech- jídlo, sport, spánek, atd., a pomáhá uživateli vyvarovat se hypoglykémii nebo hyperglykemiím. [80], [81], [82].

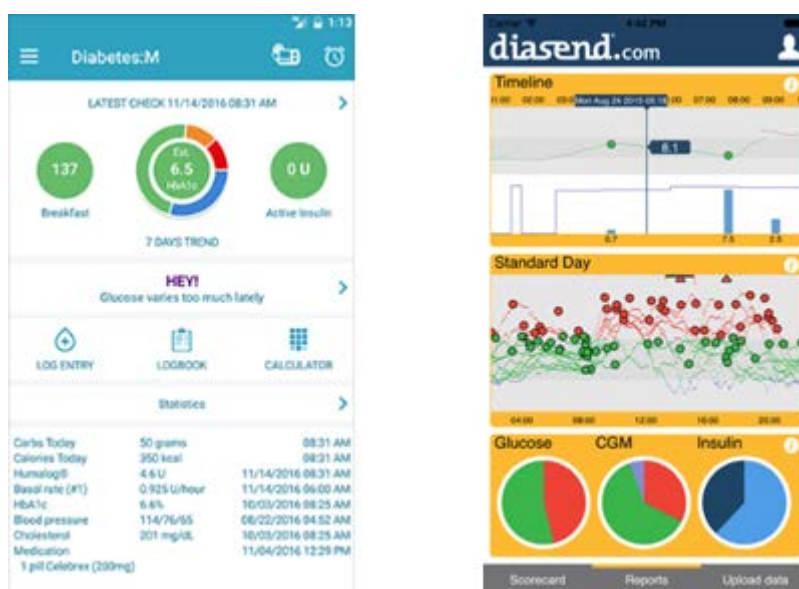


Obrázek 1.9: Systém Diani. (zdroj: autor práce)

1.8.4 Mobilní aplikace pro diabetiky

Užívání mobilních aplikací je dnes velmi oblíbený nástroj umožňující diabetikům zaznamenávat jejich denní režim (sport, spánek, jídlo atd.), ale také prohlížet si trend jejich glykémie. Jejich výhodou je, že mobilní telefon má už v dnešní době každý vždy při ruce a nemusí s sebou nosit papírové deníky či přijímače pro CGMS.

Diabetický deník je dnes už běžně využívaná aplikace mezi diabetiky. Umožňuje sledovat hodnoty glykémie, dávky inzulínu, přijaté sacharidy, fyzickou aktivitu a váhu pacienta. Na českém trhu jsou dostupné aplikace Diabetes:M, Diabetik asistent, SiDiary, Easy Diabetes atd. [83], [84], [85],



Obrázek 1.10: Mobilní aplikace: Diabetes:M (vlevo) a Diasend. [79].

Ve spolupráci Společného pracoviště 1.LF UK a FBMI ČVUT a Norského centra pro výzkum eHealth vznikla mobilní aplikace Diabetesdagboka, která diabetikům slouží jako diabetický deník, do kterého si můžou zaznamenávat zkonsumované potraviny, množství podaného inzulínu, vykonanou pohybovou aktivitu atd. Diabetický deník se může propojit s webovou aplikací Diani a umožňuje větší přehlednost o hladině glykémie a o možných příčinách způsobujících výkyvy glykémie. Tato aplikace zatím není komerčně dostupná na českém trhu, ale slouží pouze pro výzkumné účely. [81].

2 Metody

Do studie bylo zařazeno 72 pacientů s diabetus mellitus 1. typu (40 žen a 32 mužů). Každý pacient byl vybaven elektronickým krokoměrem Flex (Fitbit, Inc.) a kontinuálním monitorovacím systémem Guardian REAL-Time, Dexcom nebo Paradigm Veo- 554.

2.1 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování dat byly využity metody Pearsonův koeficient korelace, kontingenční tabulky, test hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin.

2.1.1 Pearsonův koeficient korelace

Pearsonův korelační koeficient je statistický ukazatel síly linearit mezi dvěma proměnnými. Označuje se r a je podmíněn znalostí konkrétního rozdělení pravděpodobnosti náhodného vektoru (X, Y) o rozsahu n . Využívá se pro výpočet náhodných veličin X a Y , kdy se uvažuje, zda mezi nimi existuje lineární vztah, tedy zda jsou korelované. [86], [87].

Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

kde \bar{x} a \bar{y} jsou výběrové průměry, n je velikost výběru.

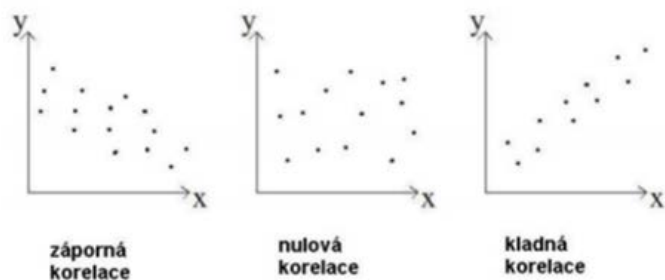
Pro r platí:

$$-1 \leq r \leq 1$$

Základem je konstrukce bodového grafu a následné jeho prozkoumání, kdy se sleduje, co se stane s první proměnnou x , když druhá proměnná y poroste:

- Kladné hodnoty r = kladná lineární korelace (proměnná x poroste)
- Záporné hodnoty r = záporná lineární korelace (proměnná x klesá)
- Hodnota r nula = neexistuje lineární vztah (proměnná x neklesá ani neroste).

Čím více se hodnota r blíží k -1 nebo +1, tím je silnější korelace. [87], [88].



Obrázek 2.1: Grafické znázornění korelace. [87].

Zvolené hypotézy:

$$H_0: r = 0, \quad H_1: r \neq 0, \quad (2.2)$$

Pokud:

$$p - \text{hodnota} > \alpha \quad H_0 \text{ nezamítáme} \rightarrow r = 0 \quad (2.3)$$

$$p - \text{hodnota} < \alpha \quad H_0 \text{ zamítáme} \rightarrow r \neq 0 \quad (2.4)$$

Hypotézu H_0 zamítáme, pokud je p-hodnota menší než tabelovaná kritická hodnota. Nemůžeme tvrdit, že neexistuje závislost, ani že existuje závislost.

2.1.2 Test hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin

Test hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin se užívá v případě, kdy si klademe otázku, zda mezi dvěma sledovanými veličinami je nebo není nulová korelace.

$$H_0: r = 0, \quad H_1: r \neq 0, \quad (2.5)$$

Pro testování se předpokládá dvourozměrný náhodný vektor o rozsahu n z normálního rozdělení.

Náhodný vektor:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix}, \dots, \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix}. \quad (2.6)$$

Určení rozmezí kvantilu:

$$\pm t_{n-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \quad (2.7)$$

Pro určení rozmezí kvantilu použijeme hodnoty z tabulek učebnice Pravděpodobnost a statistika pro inženýry. [89].

Výpočet testové statistiky:

$$T = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (2.8)$$

Studentovo t rozdělení pravděpodobnosti s $n-2$ stupni volnosti. Pokud na hladině významnosti α přesáhne absolutní hodnota T kvantil $t_{1-\alpha}^{(n-2)}$, nulová hypotéza se zamítá. [90].

2.1.3 Kontingenční tabulky

Kontingenční tabulky slouží k vizuálnímu přehledu vztahu dvou sledovaných znaků (faktor A a faktor B). V řádcích jsou zanesené hodnoty jednoho statisticky sledovaného znaku (faktor A) a ve sloupcích hodnoty druhého znaku (faktor B). V poli (buňce), kde se protíná příslušný řádek se sloupcem je zobrazen počet případů, který odpovídá hodnotě znaku příslušnému řádku i sloupci. Suma hodnot příslušného řádku (N_1, N_2, \dots, N_J) nebo sloupce ($N_{.1}, N_{.2}, \dots, N_{.K}$) vyjadřuje četnost výskytu sledovaného jevu.

Další využití kontingenční tabulky slouží k testování dvou znaků, zda mezi nimi nedochází k ovlivňování (se). [91].

faktor A	faktor B				Σ
	B_1	B_2	\dots	B_K	
A_1	y_{11}	y_{12}	\dots	y_{1K}	$N_{1.}$
A_2	y_{21}	y_{22}	\dots	y_{2K}	$N_{2.}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_J	y_{J1}	y_{J2}	\dots	y_{JK}	$N_{J.}$
Σ	$N_{.1}$	$N_{.2}$	\dots	$N_{.K}$	$N = N_{..}$

Obrázek 2.2: Kontingenční tabulka četností. [91].

2.1.4 Shapiro-Wilkův test normality

Shapiro-Wilkův test je jeden z testů regresní analýzy, který testuje hypotézu normality, která říká, že náhodný výběr $X = (X_1, \dots, X_n)'$ pochází z rozložení $N(\mu, \sigma^2)$. Náhodný výběr je uspořádaný $y_1 \leq y_2 \leq \dots \leq y_n$ z rozdělení $N(0,1)$. Test je založen na zjištění, zda body $Q-Q$ plotu jsou významně odlišné od regresivní přímky proložené těmito body. [92].

H_0 : existuje normální rozdělení hodnot našeho souboru

H_1 : neexistuje normální rozdělení hodnot našeho souboru

Rozhodnutí o platnosti hypotézy H_0 :

$$p - \text{hodnota} > \alpha \quad H_0 \text{ nezamítáme} \quad (2.9)$$

$$p - \text{hodnota} < \alpha \quad H_0 \text{ zamítáme} \quad (2.10)$$

Hypotézu H_0 nezamítáme, pokud je p-hodnota větší než tabelovaná kritická hodnota. Pokud nezamítáme H_0 , je normální rozložení a mohu použít t-test.

Hypotézu H_0 zamítáme, pokud je p-hodnota menší než tabelovaná kritická hodnota. Pokud zamítáme H_0 , není normální rozložení a použiji Wilcoxonův test.

2.1.5 Wilcoxonův test

Wilcoxonův test neboli neparametrický test pro jeden výběr není testem o střední hodnotě, ale testem o mediánu. Jediným předpokladem pro tento test je symetrické rozdělení náhodné veličiny X , z něhož pochází náhodný výběr. Nulová hypotéza, která se týká mediánu rozdělení sledované náhodné veličiny, lze zapsat jako:

H_0 : soubor odpovídá zvolené (doporučené) hodnotě,

H_1 : soubor neodpovídá doporučené hodnotě, (2.11)

Princip Wilcoxonova testu spočívá v hodnocení, zda je přibližně polovina hodnot x_1, x_2, \dots, x_n menších než předpokládaná hodnota x_0 a přibližně polovina hodnot x_1, x_2, \dots, x_n větších než tato konstanta s tím, že předpokládá obdobné kolísání hodnot nalevo i napravo od mediánu.

Při výpočtu Wilcoxonova testu se převádí pozorované hodnoty x_1, x_2, \dots, x_n na difference od x_0 , tedy hodnoty $y_i, i = 1, \dots, n$ definované jako

$$y_i = x_i - x_0 \quad (2.12)$$

Tyto hodnoty jsou následně seřazeny podle velikosti absolutních hodnot od nejmenší po největší diference:

$$|y_1| < |y_2| < \dots < |y_n|$$

Takto seřazené jednotlivé diference se označí jako R_i .

Testová statistika je založena na tomto pořadí, které je definované jako $\min(S^+, S^-)$,

$$S^+ = \sum_{y_i > 0} R_i, \quad S^- = \sum_{y_i < 0} R_i \quad (2.13)$$

V případě pozorované hodnoty jsou symetricky rozděleny kolem předpokládané hodnoty x_0 , bude přibližně jedna polovina kladná a druhá polovina diference záporná.

Pro platnost H_0 se předpokládají stejně vyrovnané hodnoty S^+ a S^- . O platnosti H_0 rozhoduje testová statistika Wilcoxonova testu $\min(S^+, S^-)$, která se srovnává s kritickou hodnotou při zvolené hladině významnosti α .

Pokud je hodnota $\min(S^+, S^-)$ menší nebo rovna kritické hodnotě, zamítáme H_0 o rovnosti mediánu pozorované veličiny. [93],

2.1.6 T-test

Pro testování rozdílu dvou veličin je vhodné použít t-test, kterým se testuje významnost rozdílu mezi základním a výběrovým souborem., víme-li, že rozdělení zkoumané náhodné veličiny je normální.

Při normálním rozdělení je velikost plochy pod křivkou p-hodnota, která se porovnává vůči hladině významnosti.

Důležité je stanovit si hypotézu H_0 a H_1 :

- H_0 : počet kroků odpovídá udávané hodnotě
- H_1 : počet kroků se liší od udávané hodnoty

Je-li p-hodnota menší než hladina významnosti, H_0 zamítáme. Pokud tato podmínka není splněna, H_1 nezamítáme na dané hladině významnosti.

2.2 Nákladové analýzy

Cílem nákladových analýz je určit variantu (technologie), která je z hlediska nákladů nejvýhodnější vzhledem ke klinickému efektu, který se musí brát v úvahu. Nejvýhodnější technologie je ta, která je výhodná, jak z hlediska nákladů, tak z hlediska přínosů, kvality péče (outputs- výstupy) a z hlediska efektů (effects).

2.2.1 Cost-consequence analysis

Analýza nákladů a dopadů neboli metoda cost-consequence analysis (CCA) je HTA (Health Technology Assessment) metoda nákladových analýz, která vyjadřuje náklady na projekt (přístroj, prostředek) a dopady projektu zvlášť, odděleně od sebe. Není nutné náklady a výsledky porovnávat vůči sobě. Mezi náklady řadíme náklady způsobené zavedením opatření a mezi efekty zahrneme změnu prezenteismu, změnu zdravotního stavu dané populace se zavedeným projektem, snížení rizik a zvýšení kvality a spokojenosti dané populace. [94], [95].

3 Výsledky

Pozorováno bylo 72 pacientů během průměrné doby 5,3 dne. Jeden pacient, u kterého proběhlo sledování nejkratší dobu, byl pozorován 24 hodin. Pacient s nejdelší dobou pozorování byl sledován 20 dní.

Sledovaný výběr je zhodnocen nejprve jako celek a následně pro skupinu žen a mužů. Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě je zhodnocena nejprve pro celý výběr a následně je výběr rozdělen na muže a ženy. Dále je sledován celý výběr dle věkových kategorií (méně než 29 let, 30 – 39 let, 40 – 49 let, více než 50 let). Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě je zhodnocena nejprve pro celou populaci, pro muže a ženy zvlášť, a nakonec dle věkových kategorií (méně než 29 let, 30 – 39 let, 40 – 49 let, více než 50 let).

Tabulka 3.1: Statistické hodnoty – celá sledovaná populace.

SLEDOVANÁ POPULACE	Věk [roky]	BMI [-]	Průměrný počet kroků za den [kroků/24hod]	Hladina glykémie [mmol·l ⁻¹]	Glykovaný hemoglobin HbA1c [mmol·mol ⁻¹]
Hodnota max	60	35	33 070	14,03	142
Hodnota min	22	19	885	5,41	31
Průměr	35	25	11 595	8,55	68
Medián	33	24	10 846	8,37	67
Směrodatná odchylka	10,1	3,8	5 585	1,70	18,2

V tabulce 3.1 můžeme vidět statistické hodnoty zjištěné ve skupině žen a mužů. Tabulka znázorňuje maximální hodnotu, minimální hodnotu, průměr, medián a směrodatnou odchylku. Zjištění těchto hodnot proběhlo u faktorů: věku, BMI, průměrného počtu kroků za 24 h, hladiny glykémie a glykovaného hemoglobinu HbA1c.

V pozorovaném výběru se nacházelo 72 pacientů, kdy nejstaršímu pacientovi bylo 60 let a nejmladšímu 22 let, průměrná hodnota věku byla 35 let. Průměrná hodnota BMI v pozorovaném výběru byla 25, což odpovídá BMI normě 20 – 25. Průměrný počet kroků za den 11 595 kroků, čímž výběr splňuje doporučené množství 10 000 kroků za 24 hodin a medián vyšel 10 846 kroků/24hod. Průměrná hladina glykémie Průměrná hladina glykémie 8,55 je vyšší, jelikož hladina glykémie u diabetiků by neměla být vyšší než 7,5 mmol·l⁻¹ po jídle. Průměrná hladina glykovaného hemoglobinu HbA1c 68 mmol·mol⁻¹ je vyšší u pozorovaného výběru oproti hranici výborné kompenzace, za kterou se považuje hodnota 53 mmol·mol⁻¹.

Tabulka 3.2: Statistické hodnoty – ženy.

ŽENY	Věk [roky]	BMI [-]	Průměrný počet kroků za den [kroků/24hod]	Hladina glykémie [mmol·l ⁻¹]	Glykovaný hemoglobin HbA1c [mmol·mol ⁻¹]
Hodnota max	60	32	33 070	14,03	102
Hodnota min	22	19	885	5,41	34
Průměr	33	24	11 521	8,72	65
Medián	32	24	10 846	8,37	65
Směrodatná odchylka	9,9	2,9	5 977	1,69	15,4

Tabulka 3.3: Statistické hodnoty – muži.

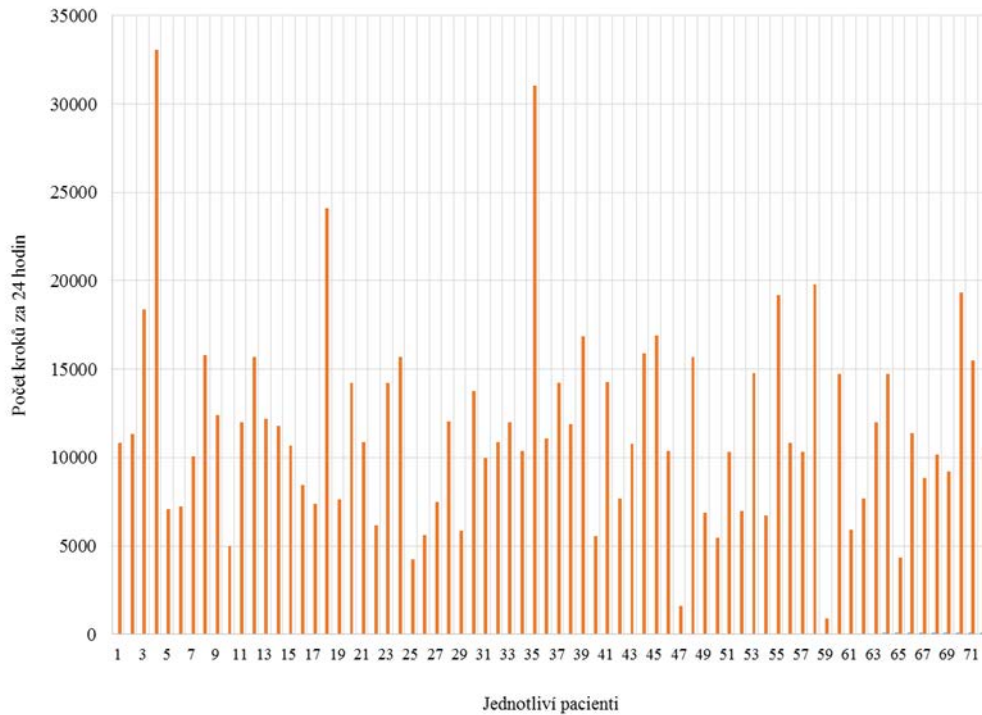
MUŽI	Věk [roky]	BMI [-]	Průměrný počet kroků za den [kroků/24hod]	Hladina glykémie [mmol·l ⁻¹]	Glykovaný hemoglobin HbA1c [mmol·mol ⁻¹]
Hodnota max	52	35	24 101	13,72	142
Hodnota min	24	19	4 241	5,63	31
Průměr	34	24	11 688	8,33	72
Medián	36	24	10 946	8,38	72
Směrodatná odchylka	9,9	4,7	5 051	1,69	20,5

Ve výše uvedených tabulkách můžeme vidět popisnou statistiku pro soubor žen a mužů, kde je znázorněna maximální a minimální hodnota, průměr, medián a směrodatnou odchylku. Zjištění těchto hodnot proběhlo u faktoru věku, BMI, průměrného počtu kroků za den, hladiny glykémie a glykovaného hemoglobinu HbA1c.

V pozorovaném výběru se nacházelo 40 žen, kdy nejstarší pacientce bylo 60 let a nejmladší 22 let, průměrná hodnota věku byla 33 let. Průměrná hodnota BMI u pacientek byla 24, což odpovídá normě BMI, které je 20 – 25. Průměrný počet kroků za den 11 521 kroků a medián vyšel 10 846 kroků/24hod, což také odpovídá doporučenému množství 10 000 kroků za 24 hodin. Průměrná hladina glykémie 8,72 mmol·l⁻¹ je vyšší, jelikož hladina glykémie u diabetiků by neměla být vyšší než 7,5 mmol·l⁻¹ po jídle. Průměrná hladina glykovaného hemoglobinu HbA1c 65 mmol·mol⁻¹ je nepatrně vyšší u pozorovaného výběru oproti vyhovujícím hodnotám 56 – 64 mmol·mol⁻¹ u většiny pacientů.

V pozorovaném výběru se nacházelo 32 mužů, kdy nejstaršímu pacientovi bylo 52 let a nejmladšímu 24 let, průměrná hodnota věku byla 34 let. Průměrná hodnota BMI u pacientů byla 24, což odpovídá ideální váze. Průměrný počet kroků za den 11 688 také odpovídá doporučenému množství kroků za 24 hodin s mediánem 10 946 kroků/24hod. Průměrná hladina glykémie 8,33 mmol·l⁻¹ je vyšší, jelikož hladina glykémie u diabetiků by neměla být vyšší než 7,5 mmol·l⁻¹ po jídle. Průměrná hladina glykovaného hemoglobinu HbA1c 72 mmol·mol⁻¹ je vyšší u pozorovaného výběru oproti vyhovujícím hodnotám 56 – 64 mmol·mol⁻¹ u většiny pacientů.

3.1 Pohybová aktivita



Obrázek 3.1: Sloupcový graf. Průměrný počet kroků za jeden den u jednotlivých pacientů.

Během pozorovaného období vykonali pacienti celkovou průměrnou fyzickou aktivitu 11 595 kroků za den. Průměrné hodnoty fyzické aktivity pro jednotlivé pacienty se pohybovaly od 885 kroků do 33 070 kroků za den. Obvykle se doporučuje ujít 10 000 kroků za den. Toto doporučení splnilo 47 pacientů (65,3 %).

Pro testování, zda fyzická aktivita odpovídá udávané průměrné hodnotě, bylo potřeba nejdříve určit, zda můžeme u proměnné počet kroků za den předpokládat normální rozdělení. Uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$.

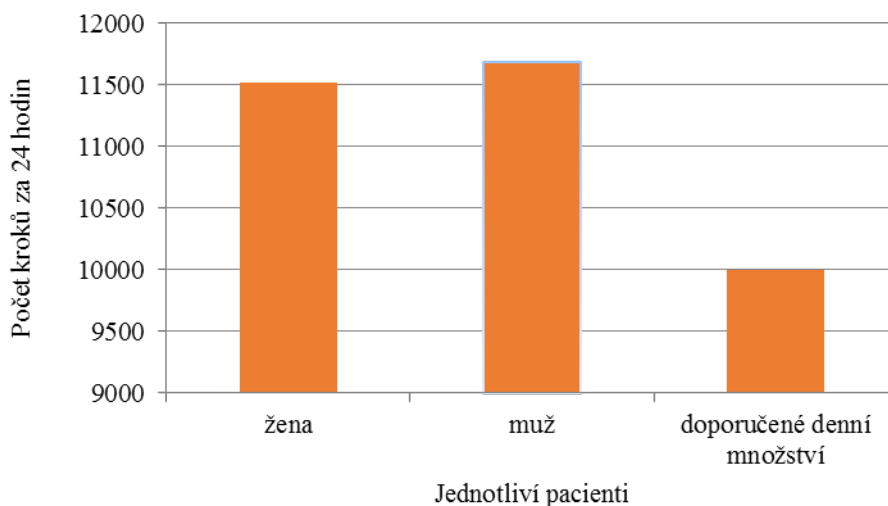
- Shapiro-Wilkův test normality
 - H_0 : můžeme předpokládat normální rozložení proměnné počet kroků za den
 - H_1 : nemůžeme předpokládat normální rozložení proměnné počet kroků za den
 - p-hodnota = $8,50 \cdot 10^{-5}$

Na základě výše p-hodnoty nemůžeme u proměnné předpokládat normální rozložení (zamítáme H_0), a proto bude pro testování použit neparametrický test – Wilcoxonův znaménkový test.

- Wilcoxonův test:
 - H_0 : počet denních kroků výběru odpovídá udávané hodnotě 10 000 kroků/24hod
 - H_1 : počet denních kroků výběru se liší od udávané hodnoty 10 000 kroků/24hod
 - p-hodnota = 0,6136

Uvažujeme-li hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$, tak nám Wilcoxonův test ukazuje (p-hodnota $0,6136 > \alpha \rightarrow H_0$ nezamítám), že sledovaný výběr se statisticky významně neliší od doporučených 10 000 kroků/24hod.

3.1.1 Pohybová aktivita – ženy



Obrázek 3.2: Grafické srovnání průměrné hodnoty počtu kroků za den u žen a mužů.

Průměrná denní fyzická aktivita u mužů a u žen je vyjádřena grafem, na kterém je vidět, že muži jsou více fyzicky aktivní než ženy. Konkrétně u žen jsme zaznamenali průměrný počet 11 521 kroků za den a u mužů 11 688 kroků za den. Můžeme říci, že skupina mužů i žen v průměrných hodnotách splnili denní doporučenou hodnotu 10 000 kroků.

Pro testování, zda fyzická aktivita odpovídá udávané průměrné hodnotě, bylo potřeba nejdřív určit, zda u proměnné počet kroků za den můžeme předpokládat normální rozdělení. Uvažujeme hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$.

- Shapiro-Wilkův test normality
 - H_0 : existuje normální rozložení proměnné počet kroků za den
 - H_1 : neexistuje normální rozložení proměnné počet kroků za den
 - p-hodnota = $3,497 \cdot 10^{-5}$

Na základě p-hodnoty (p-hodnota $3,497 \cdot 10^{-5} < \alpha \rightarrow H_0$ zamítám), nemůžeme předpokládat normální rozložení, a proto bude opět použit neparametrický test – Wilcoxonův znaménkový test.

- Wilcoxonův test
 - H_0 : počet kroků odpovídá udávané hodnotě 10 000 kroků/24hod
 - H_1 : počet kroků se liší od udávané hodnoty 10 000 kroků/24hod
 - p-hodnota = 0,889

Provedením Wilcoxonova testu nám vyšla p-hodnota $0,889 > \alpha$, a proto H_0 nezamítáme. Sledovaná skupina žen se statisticky významně neliší od doporučených 10 000 kroků/24hod.

3.1.2 Pohybová aktivita- muži

Pro testování, zda fyzická aktivita odpovídá udávané průměrné hodnotě, bylo potřeba nejdřív určit, zda můžeme u proměnné počet kroků za den předpokládat normální rozdělení. Uvažujeme hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$.

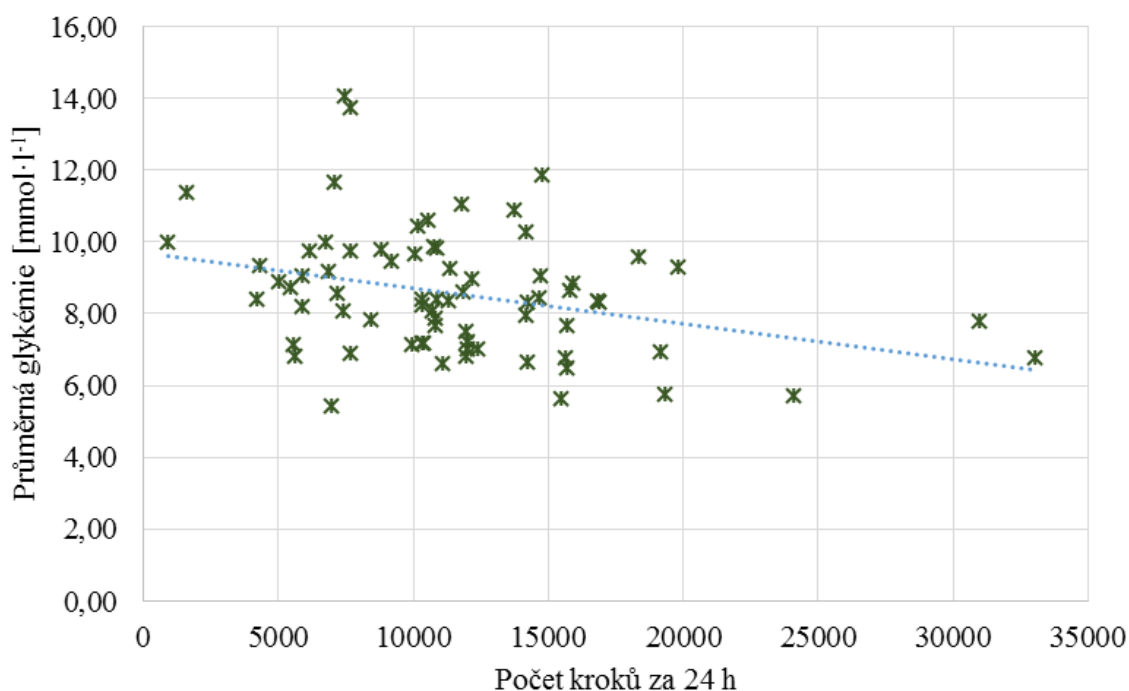
- Shapiro-Wilkův test normality
 - H_0 : existuje normálové rozložení proměnné počet kroků za den
 - H_1 : neexistuje normálové rozložení proměnné počet kroků za den
 - p-hodnota = 0,1943

Shapiro-Wilkův test normality vyhodnocuje p-hodnotu $0,1943 > \alpha$, a proto H_0 se nezamítá a můžeme u pozorované skupiny mužů předpokládat normální rozložení. Na základě těchto informací dále pro testování provedeme jednovýběrový t-test.

- Jednovýběrový t-test
 - H_0 : počet kroků odpovídá udávané hodnotě 10 000 kroků/24hod
 - H_1 : počet kroků se liší od udávané hodnoty 10 000 kroků/24hod
 - p-hodnota = $4,071 \cdot 10^{-7}$

Jednovýběrovým t-testem vyšla p-hodnota $4,071 \cdot 10^{-7} < \alpha$, proto H_0 se zamítá, sledovaná skupina mužů se statisticky významně liší od udávané hodnoty 10 000 kroků/24hod.

3.2 Hladina glykémie v závislosti na fyzické aktivitě



Obrázek 3.3: Grafická závislost průměrné glykémie na počtu kroků za 24 h.

Grafické znázornění závislosti průměrné glykémie na počtech kroků za 24 hodin u 72 pacientů. Největší fyzickou aktivitu vykonal pacient č. 4 s průměrným počtem kroků 33 070 za 24 hodin a průměrnou glykemií $6,76 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Nejmenší fyzickou aktivitu vykonal pacient č. 59 v počtu 885 kroků za 24 hodin s průměrnou hodnotou glykémie $9,97 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$.

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,3228$ (95% CI: $-0,515 - (-0,098)$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě celého výběru v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r = -0,3228$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,005677

P-hodnota $0,005677 < \alpha$, proto H_0 se zamítá, $r \neq 0$, čímž potvrzujeme, že mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie je možná slabá korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:

$\alpha = 5\% = 0,05$; interval spolehlivosti CI = 95 %

Určení hypotéz dle vztahu (2.5):

$$H_0: r = 0, \text{ (není korelace)}$$

$$H_1: r \neq 0, \text{ (může existovat korelace)}$$

Určení kvantilu dle vztahu (2.7):

$$\pm t_{n-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\pm t_{72-1}\left(1 - \frac{0,05}{2}\right)$$

$$\pm t_{71}(0,975)$$

$$T \in (-1,9944; +1,9944)$$

Kvantil v rozmezí od -1,9944 do +1,9944.

Výpočet hodnoty T dle vztahu (2.8)

$$r = -0,3228$$

$$T = -0,3228 \sqrt{\frac{72 - 2}{1 - (-0,3228)^2}}$$

$$T = -2,8535$$

T neleží v intervalu od $-1,9944$ do $+1,9944$, proto H_0 zamítáme. Tzn. Mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie je možná korelace. Dále bude ověřeno výpočtem kontingenční tabulky.

- Kontingenční tabulka

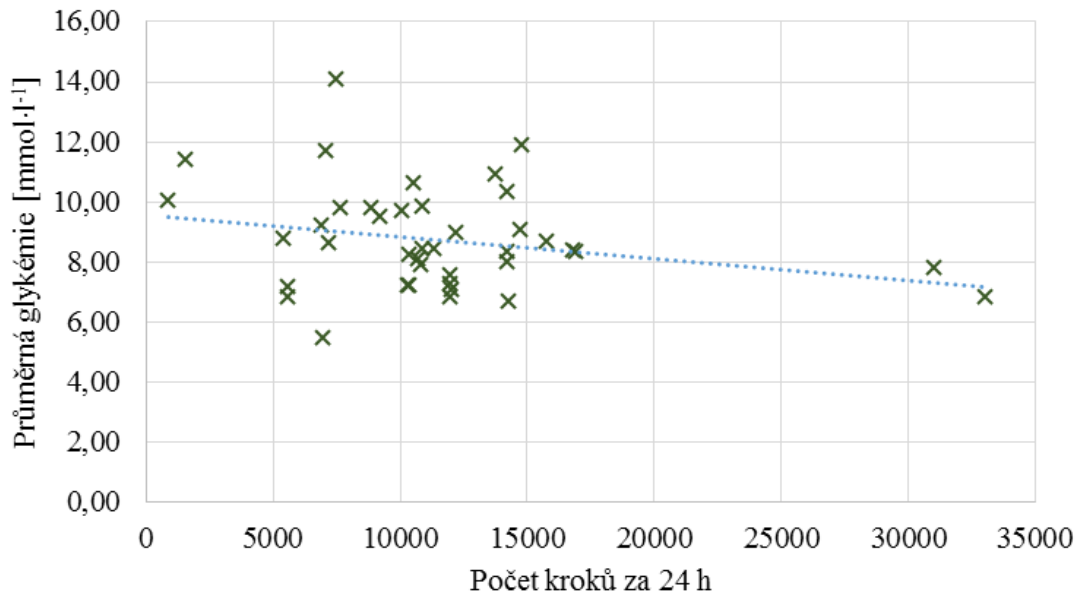
Tabulka 3.4: Kontingenční tabulka závislosti průměrné hladiny glykémie na fyzické aktivitě.

		Hladina glykémie				Celkový součet
		nízká	norma	vyšší	vysoká	
Aktivita	nízká	0	0	1	3	4
	norma	0	1	10	10	21
	vyšší	0	0	21	11	32
	vysoká	0	3	10	2	15
	Celkový součet	0	4	42	26	72

Kontingenční tabulka závislosti hladiny glykémie na fyzické aktivitě zobrazuje počet pozorovaných subjektů rozřazených do jednotlivých kategorií, u kterých jsme určili rozmezí pro hladinu glykémie nízké (méně než $2,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), norma ($3,00 - 5,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), vyšší ($6,00 - 8,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), vysoké (vyšší než $9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) a pro fyzickou aktivitu rozmezí nízké (do 4 999 kroků/24hod), norma (5 000 – 9 999 kroků/24hod), vyšší (10 000 – 14 999 kroků/24hod) a vysoké (nad 15 000 kroků/24hod).

Pro hodnocení závislosti dvou proměnných byl použit Pearsonův chí-kvadrát test v kontingenční tabulce. Na základě výsledné p-hodnoty 0,0304 (uvažovaná hladina významnosti 5 %) můžeme předpokládat závislost dvou uvažovaných proměnných.

3.2.1 Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – ženy



Obrázek 3.4: Grafická závislost průměrné hladiny glykémie na počtu kroků za 24 h – ženy.

Ve sledované populaci se nacházelo 40 žen. Dva subjekty se svým fyzickým výkonem odchyľují od zbylé populace. (pacientka č. 42 s hodnotou glykémie $7,76 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a s počtem kroků 31 017 za den a pacientka č. 4, která vykonala průměrně 33 070 kroků za den), z grafu nepředpokládáme žádnou lineární závislost ve vztahu fyzické aktivity k hladině glykémie.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,2550$ (95% CI: $-0,524 - 0,061$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě sledované skupiny žen v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r = -0,2550$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,1123

P-hodnota $0,1123 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, co nám značí, že mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie není prokázána korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

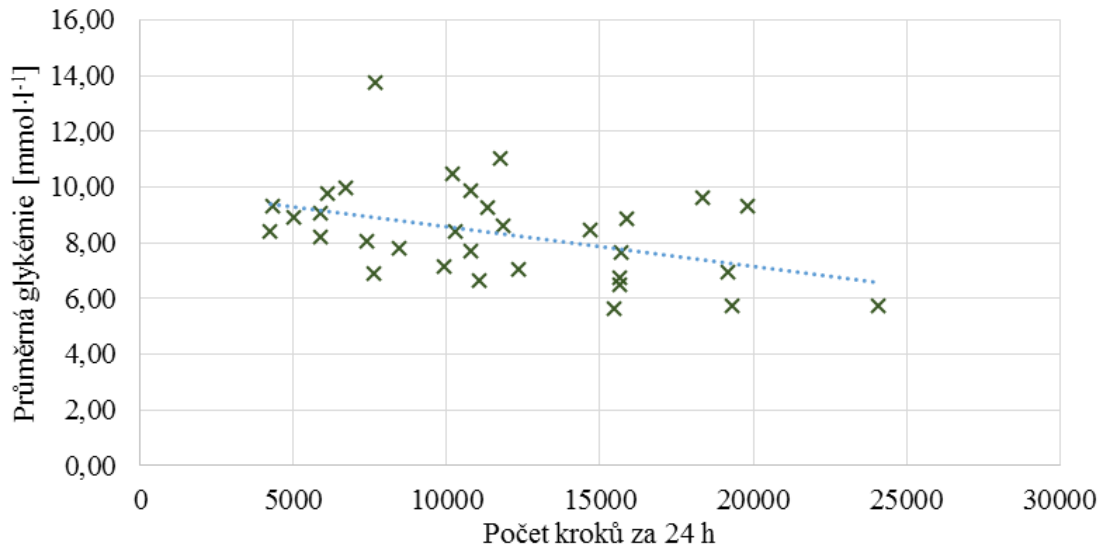
Pro 40 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočteného dle vztahu (2.7) od -2,0211 do +2,0211.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,6257$$

T leží v intervalu od -2,0211 do +2,0211 proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie neexistuje korelace.

3.2.2 Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – muži



Obrázek 3.5: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – muži.

Ve sledované skupině mužů se nacházelo 32 subjektů. V grafu je vidět lineární závislost, která bude dále prozkoumána.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,4270$ (95% CI: $-0,675 - (-0,092)$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě sledované skupiny mužů v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r = -0,4270$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,01479

P-hodnota $0,01479 < \alpha$, proto H_0 se zamítá, $r \neq 0$, čímž nevylučujeme, že mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie je možná korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

Pro 32 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0423 do +2,0423.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -2,5867$$

T neleží v intervalu od -2,0423 do +2,0423 proto H_0 zamítáme. Tzn. Mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie může existovat korelace. Dále bude ověřeno výpočtem kontingenční tabulky.

- Kontingenční tabulka

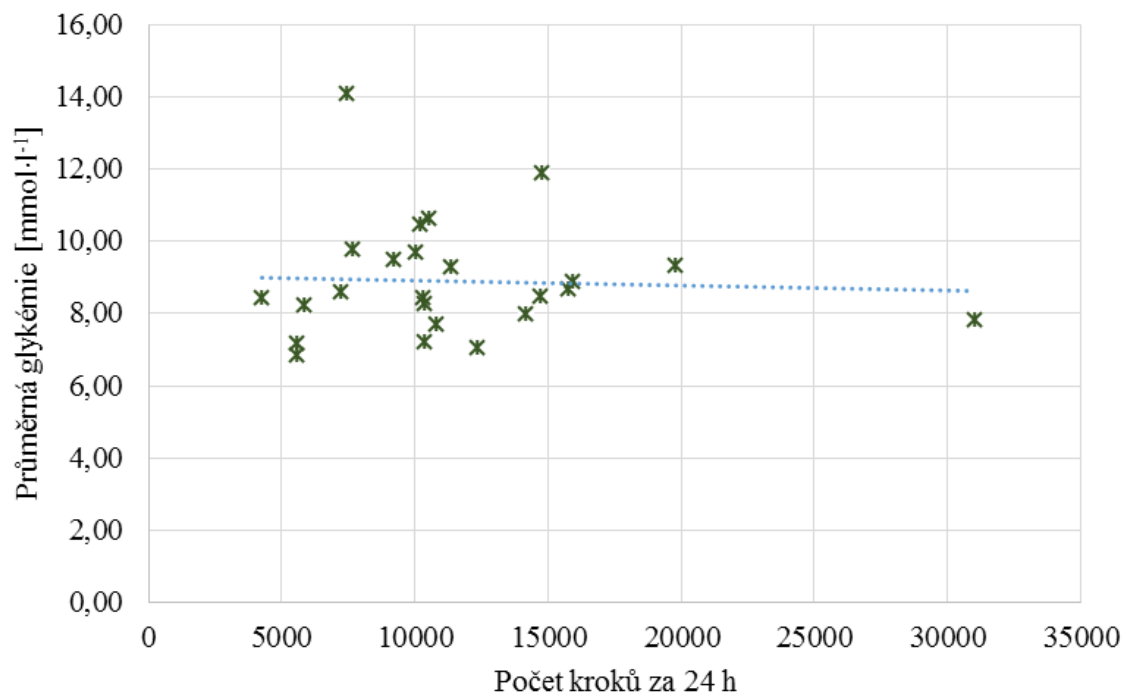
Tabulka 3.5: Kontingenční tabulka závislosti průměrné hladiny glykémie na fyzické aktivitě u mužů.

Muži		Hladina glykémie				Celkový součet
		nízká	norma	vyšší	vysoká	
Aktivita	nízká	0	0	1	1	2
	norma	0	0	4	6	10
	vyšší	0	3	2	5	10
	vysoká	0	0	4	6	10
	Celkový součet	0	3	11	18	32

Kontingenční tabulka závislosti hladiny glykémie na fyzické aktivitě u skupiny mužů zobrazuje počet pozorovaných subjektů rozřazených do jednotlivých kategorií, u kterých jsem určila rozmezí pro hladinu glykémie nízké (méně než 2,99 mmol·l⁻¹), norma (3,00 – 5,99 mmol·l⁻¹), vyšší (6,00 – 8,99 mmol·l⁻¹), vysoké (vyšší než 9 mmol·l⁻¹) a pro fyzickou aktivitu rozmezí nízké (do 4 999 kroků/24hod), norma (5 000 – 9 999 kroků/24hod), vyšší (10 000 – 14 999 kroků/24hod) a vysoké (nad 15 000 kroků/24hod).

Pro hodnocení závislosti dvou proměnných byl použit Pearsonův chí-kvadrát test v kontingenční tabulce. Na základě výsledné p-hodnoty 0,264 (uvažovaná hladina významnosti 5 %) nemůžeme předpokládat slabou závislost.

3.2.3 Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: Méně než 29 let



Obrázek 3.6: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Méně než 29 let.

Ve sledované skupině Méně než 29 let se nacházelo 24 pozorovaných pacientů. Z grafu (Obrázek 3.13) není patrná závislost mezi hladinou glykémie a fyzickou aktivitou.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,0488$ (95% CI: -0,443 – 0,361) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě skupiny Méně než 29 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,0488$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota= 0,8207

P-hodnota $0,8207 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že je mezi dvěma proměnnými korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin.
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

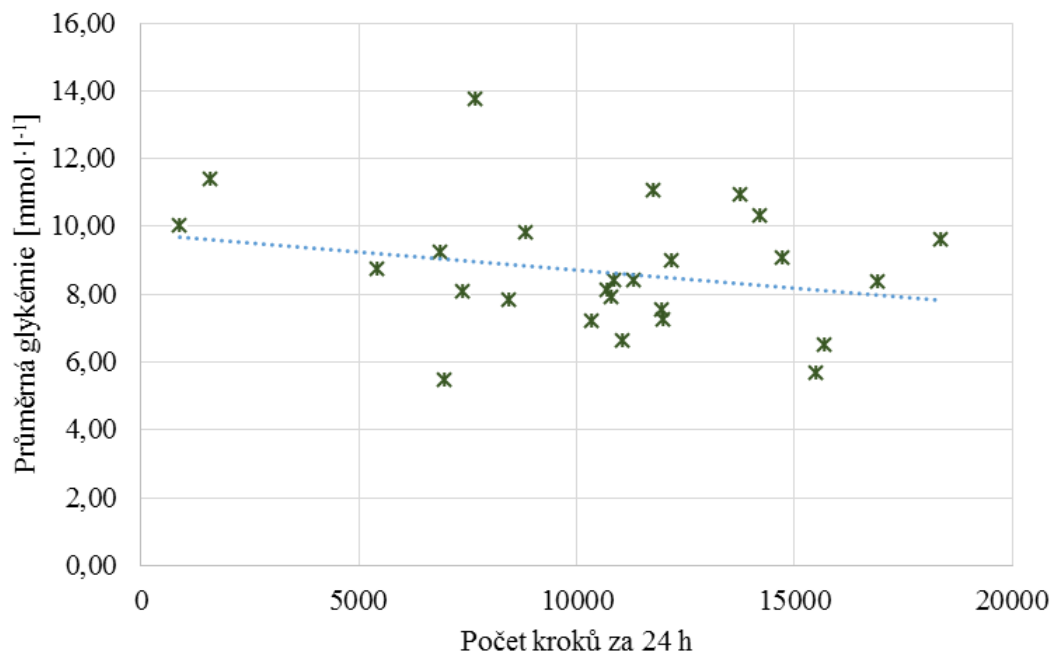
Pro 24 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0639 do +2,0639.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -0,2293$$

T leží v intervalu od -2,0639 do +2,0639, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.2.4 Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: 30 – 39 let



Obrázek 3.7: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 30 – 39 let.

V této věkové kategorii bylo pozorováno 26 pacientů. V grafickém znázornění není viditelná závislost. Nejmenší fyzickou aktivitu vykonaly dvě pacientky, pacientka č. 59, která vykonala 885 kroků za 24 hodin a její hladina glykémie byla $9,97 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, a pacientka č. 47, která vykonala 1 592 kroků za den a její hladina glykémie byla $11,34 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Největší fyzickou aktivitu vykonal pacient č. 3, který vykonal 18 367 kroků a jeho hladina glykémie byla $9,57 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,2443$ (95% CI: $-0,577 - 0,157$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě skupiny 30 – 39 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r = -0,2443$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota= 0,229

P-hodnota $0,229 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že je mezi proměnnými korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

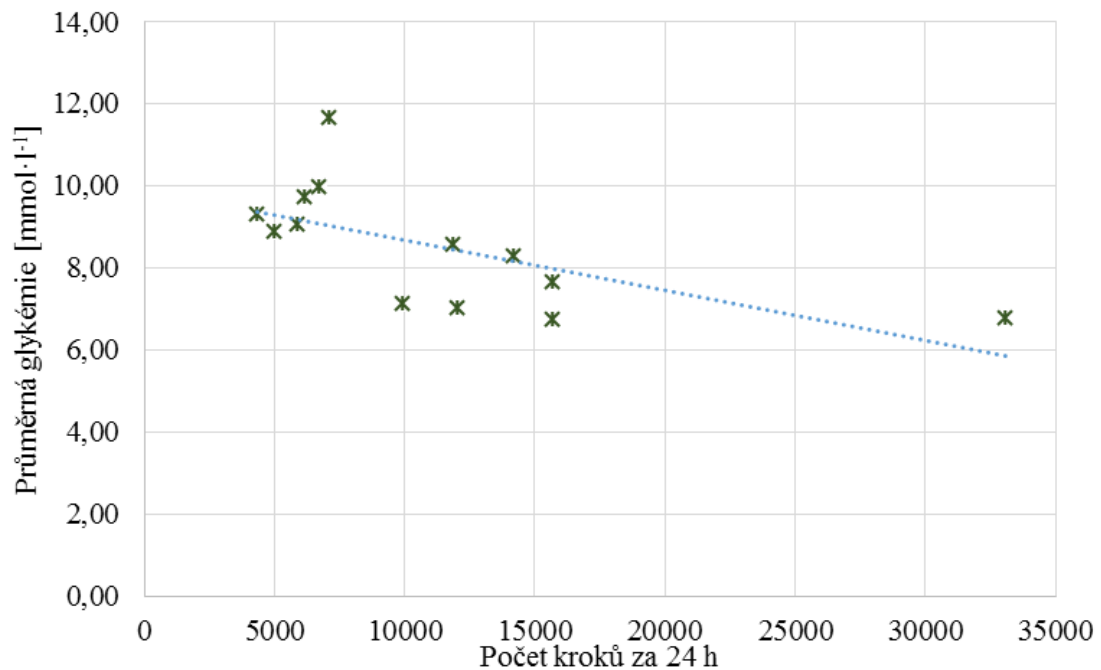
Pro 26 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0555 do +2,0555.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,2345$$

T leží v intervalu od -2,0555 do +2,0555 proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.2.5 Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: 40 – 49 let



Obrázek 3.8: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 40–49 let.

V této věkové kategorii bylo pozorováno 9 pacientů. V grafickém zobrazení jejich hladiny glykémie na fyzické aktivitě není vidět závislost těchto dvou proměnných.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,641$ (95% CI: $-0,881 - 0,140$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě skupiny 40 – 49 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,6415$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,018

P-hodnota $0,018 < \alpha$, proto H_0 se zamítá, $r \neq 0$, čímž nemůžeme vyloučit, že je mezi proměnnými slabá korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

Pro 13 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,1604 do +2,1604.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -2,7739$$

T neleží v intervalu od -2,1604 do +2,1604 proto H_0 zamítáme. Tzn. Mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie může existovat korelace. Dále bude ověřeno výpočtem kontingenční tabulky.

- Kontingenční tabulka

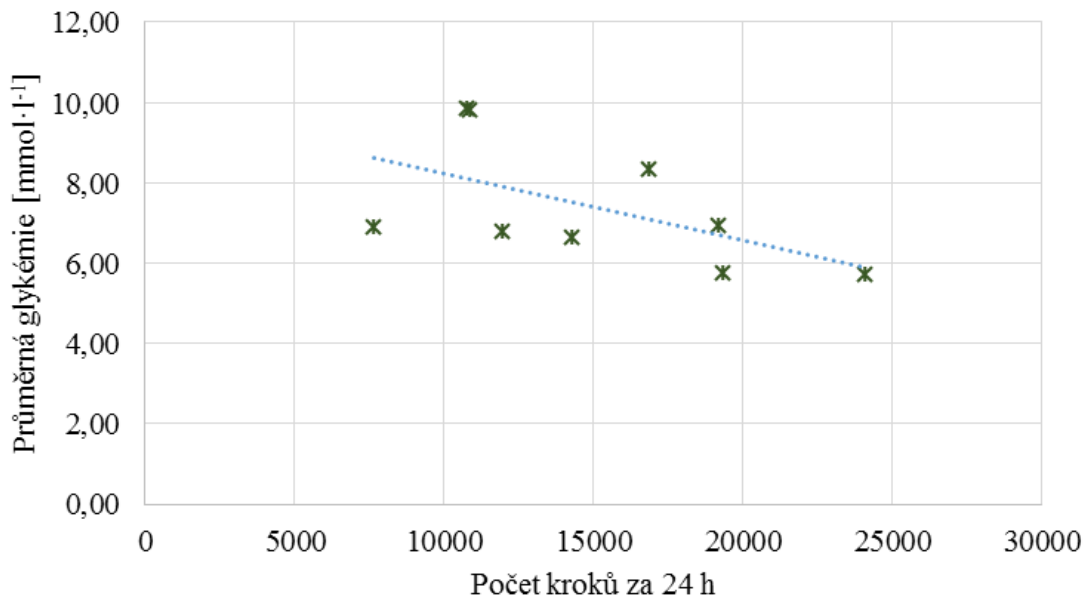
Tabulka 3.6: Kontingenční tabulka závislosti průměrné hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve věkové kategorii 40 – 49 let

40 - 49 let		Hladina glykémie				Celkový součet
		nízká	norma	vyšší	vysoká	
Aktivita	nízká	0	0	1	0	1
	norma	0	0	4	2	6
	vyšší	0	0	0	3	3
	vysoká	0	0	0	3	3
	Celkový součet	0	0	5	8	13

Kontingenční tabulka závislosti hladiny glykémie na fyzické aktivitě u věkové kategorie 40 – 49 let zobrazuje počet pozorovaných subjektů rozřazených do jednotlivých kategorií, u kterých jsem určila rozmezí pro hladinu glykémie nízké (méně než $2,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), norma ($3,00 - 5,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), vyšší ($6,00 - 8,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), vysoké (vyšší než $9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) a pro fyzickou aktivitu rozmezí nízké (do 4 999 kroků/24hod), norma (5 000 – 9 999 kroků/24hod), vyšší (10 000 – 14 999 kroků/24hod) a vysoké (nad 15 000 kroků/24hod).

Pro hodnocení závislosti dvou proměnných byl použit Pearsonův chí-kvadrát test v kontingenční tabulce. Na základě výsledné p-hodnoty 0,06109 (uvažovaná hladina významnosti 5 %) nemůžeme předpokládat mírnou závislost dvou uvažovaných proměnných.

3.2.6 Závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě – věková kategorie: Více než 50 let



Obrázek 3.9: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Více než 50 let.

V této věkové kategorii je pozorováno 9 pacientů, z nichž 5 pacientů jsou muži. V grafickém znázornění není pozorována závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,5592$ (95% CI: $-0,892 - 0,166$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě skupiny Více než 50 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,5592$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota= 0,1175

P-hodnota $0,1175 > 0,05$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž potvrzujeme, že jsou na sobě nezávislé.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:

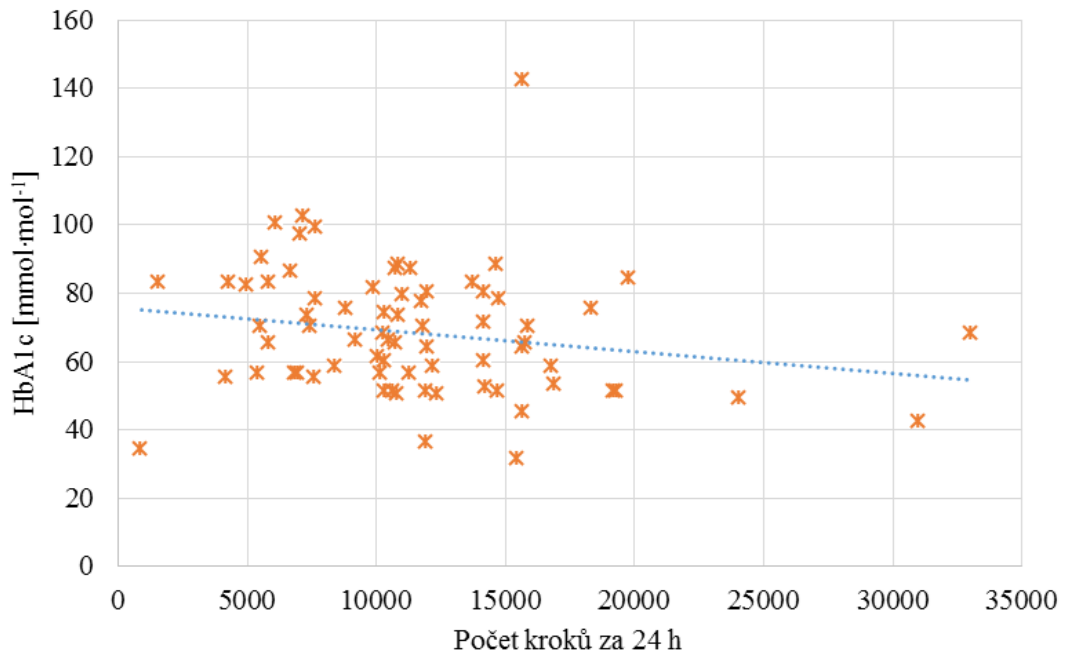
Pro 9 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,2622 do +2,2622.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,7848$$

T leží v intervalu od -2,2622 do +2,2622 proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.3 Hladina glykovaného hemoglobinu HbA1c v závislosti na fyzické aktivitě



Obrázek 3.10: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h.

Graf znázorňuje závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 hodin. U pozorovaných pacientů s DM 1. typu se glykovaný hemoglobin HbA1c pohybuje v rozmezí od $31 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ (pacient č. 71) do $142 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ (pacient č. 12) s průměrnou hodnotou $68 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,1986$ (95% CI: $-0,411 - 0,034$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě v celé sledované populaci v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r = -0,1986$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,0943

P-hodnota 0,0943 > α , proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž můžeme vyloučit, že mezi proměnnými je slabá korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin

$\alpha = 5\% = 0,05$; interval spolehlivosti CI = 95 %

Určení hypotéz dle vztahu (2.1):

$$H_0: r = 0, \text{ (není korelace)}$$

$$H_1: r \neq 0, \text{ (může existovat korelace)}$$

Určení kvantilu:

$$\pm t_{n-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\pm t_{72-1}\left(1 - \frac{0,05}{2}\right)$$

$$\pm t_{71}(0,975)$$

$$T \in (-1,9944; +1,9944)$$

Kvantil v rozmezí od -1,9944 do +1,9944.

Výpočet hodnoty T dle vztahu (2.3)

$$r = -0,1986$$

$$T = -0,1986 \sqrt{\frac{72 - 2}{1 - (-0,1986)^2}}$$

$$T = -1,6962$$

T_1 leží v intervalu od -1,9944 do +1,9944, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

- Kontingenční tabulka

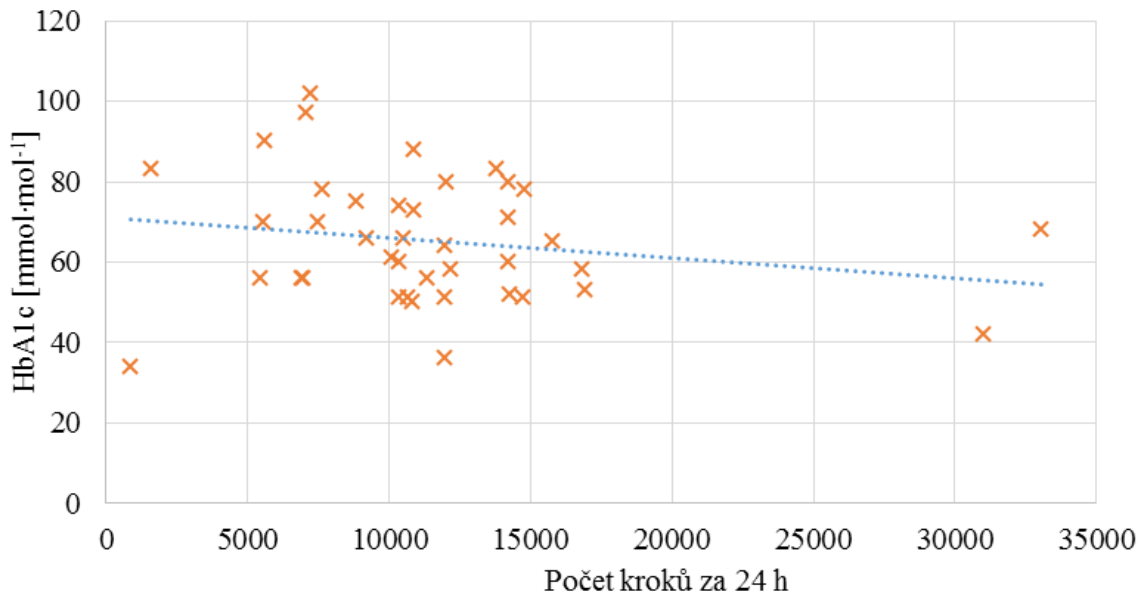
Tabulka 3.7: Kontingenční tabulka závislosti glykovaného hemoglobinu HbA1c a fyzické aktivity.

		Hodnota HbA1c				
		nízká	norma	vyšší	vysoká	Celkový součet
Aktivita	nízká	1	1	0	2	4
	norma	0	5	6	10	21
	vyšší	1	13	4	14	32
	vysoká	3	5	1	6	15
	Celkový součet	5	24	11	32	72

Kontingenční tabulka závislosti hladiny glykémie na fyzické aktivitě zobrazuje počet pozorovaných subjektů rozřazených do jednotlivých kategorií, u kterých jsem určila pro rozmezí glykovaného hemoglobinu HbA1c na nízké ($28 - 47 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$), norma ($47,1 - 64 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$), vyšší ($64,1 - 86 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$), vysoké ($86,1 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ a více) a pro fyzickou aktivitu rozmezí nízké (do 4 999 kroků/24hod), norma (5 000 – 9 999 kroků/24hod), vyšší (10 000 – 14 999 kroků/24hod) a vysoké (nad 15 000 kroků/24hod).

Pro hodnocení závislosti dvou proměnných byl použit Pearsnův chí-kvadrát test v kontingenční tabulce. Na základě výsledné p-hodnoty 0,1658 (uvažovaná hladina významnosti 5 %) nemůžeme předpokládat mírnou závislost proměnných.

3.3.1 Závislost hladiny glykovaného hemoglobinu HbA1c fyzické aktivitě - ženy



Obrázek 3.11: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – ženy.

V grafu (Obrázek 3.11) není vidět, zřetelná lineární závislost. Dva pozorované subjekty se odchyľují od sledovaného výběru žen- pacientka č. 42 (hodnota glykovaného hemoglobinu HbA1c 42 a průměrný počet kroků 31 017 za den) a pacientka č. 4 (hodnota glykovaného hemoglobinu HbA1c 68 mmol·mol⁻¹, 33 070 kroků za den).

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,1979$ (95% CI: -0,479 – 0,121) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině žen v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,1979$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota= 0,2209

P-hodnota $0,2209 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž potvrzujeme, že jsou na sobě nezávislé.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

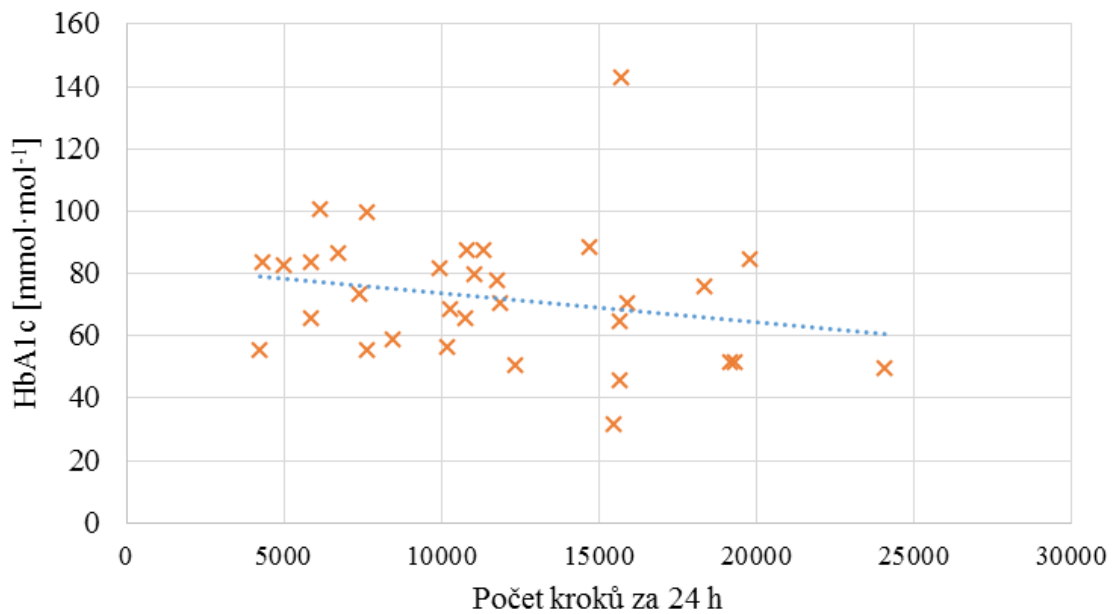
Pro 40 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0211 do +2,0211.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,2445$$

T leží v intervalu od -2,0211 do +2,0211, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.3.2 Závislost hladiny glykovaného hemoglobinu HbA1c fyzické aktivity - muži



Obrázek 3.12: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – muži.

Ve sledované skupině mužů se nacházelo 32 subjektů. U pacienta č. 12 je pozorovaná vyšší hodnota glykovaného hemoglobinu HbA1c ($142 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$) oproti vyhovující hodnotě pro diabetiky.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,2244$ (95% CI: $-0,531 - 0,134$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině mužů v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,2244$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota= 0,2169

P-hodnota $0,2169 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že mezi proměnnými je slabá korelace

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

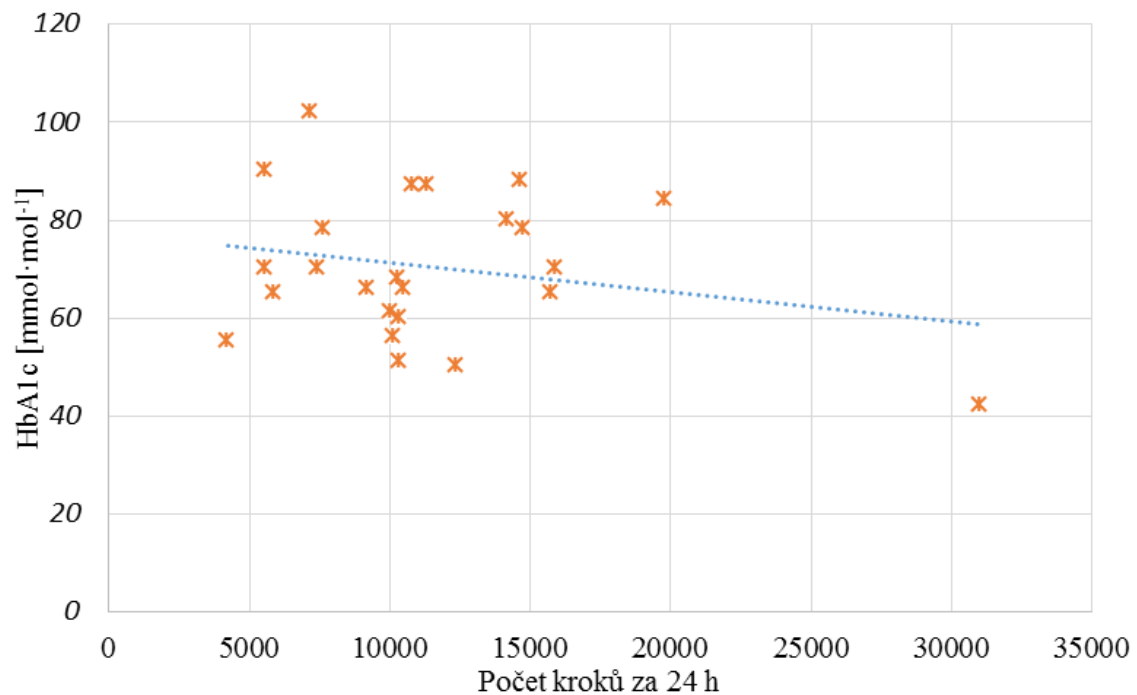
Pro 32 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0423 do +2,0423.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,2613$$

T leží v intervalu od -2,0423 do +2,0423, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.3.3 Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě – věková kategorie: Méně než 29 let



Obrázek 3.13: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Méně než 29 let.

Ve sledované skupině Méně než 29 let se nacházelo 24 pozorovaných pacientů. Z grafu (Obrázek 3.13) není patrná lineární závislost.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,2306$ (95% CI: $-0,580 - 0,190$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině Méně než 29 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,2306$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p- hodnota=0,2783

P-hodnota $0,2783 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že mezi proměnnými je slabá korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

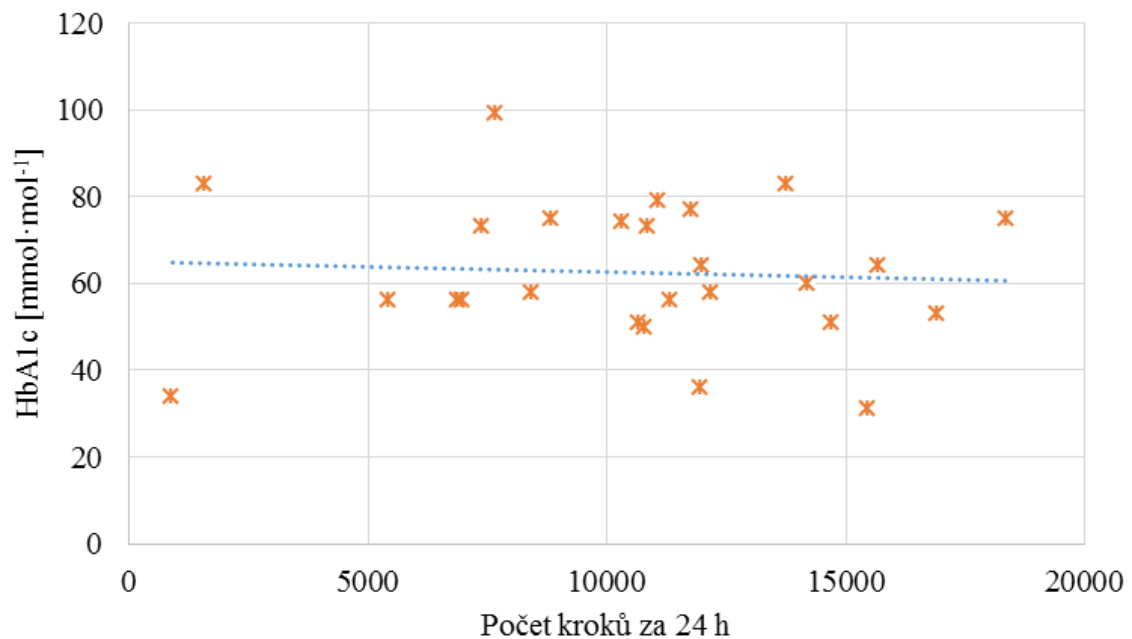
Pro 24 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0639 do +2,0639.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,1117$$

T leží v intervalu od -2,0639 do +2,0639, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.3.4 Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě – věková kategorie: 30 – 39 let



Obrázek 3.14: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 30 – 39 let.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

Ve sledované skupině Věk 30 – 39 let se nacházelo 26 pozorovaných pacientů. Z grafu (Obrázek 3.14) není patrná lineární závislost.

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,060$ (95% CI: $-0,437 - 0,334$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině Věk 30 – 39 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,060$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota= 0,7676

P-hodnota $0,7676 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že mezi proměnnými je možná korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

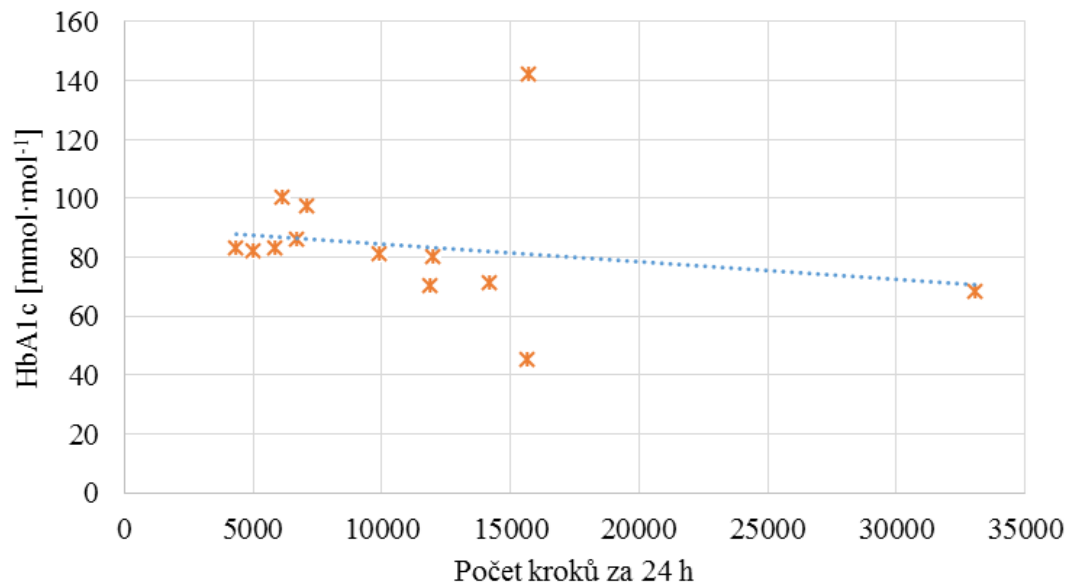
Pro 26 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,0555 do +2,0555.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -0,2989$$

T leží v intervalu od -2,0555 do +2,0555, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.3.5 Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě – věková kategorie: 40 – 49 let



Obrázek 3.15: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 40 – 49 let.

Ve sledované skupině Věk 40 – 49 let se nacházelo 13 pozorovaných pacientů. Z grafu (Obrázek 3.15) není patrná lineární závislost.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,209$ (95% CI: $-0,681 - 0,386$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině Věk 40 – 49 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,209$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r=0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,4928

P-hodnota $0,4928 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že mezi proměnnými je možná korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$

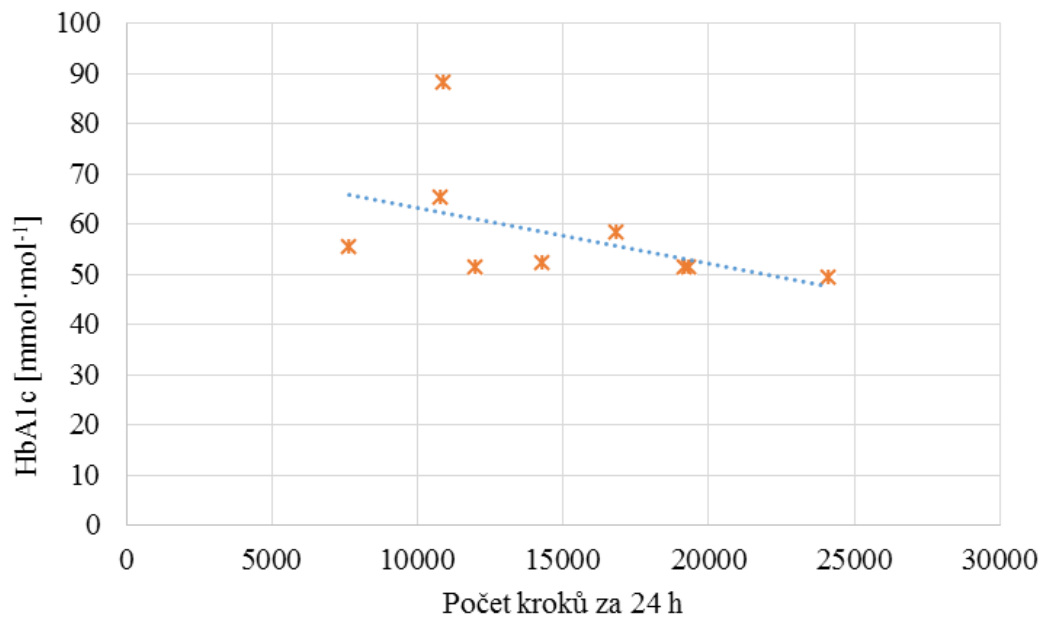
Pro 13 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,1604 do +2,1604.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -0,7094$$

T leží v intervalu od -2,1604 do +2,1604, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

3.3.6 Závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě – věková kategorie: Více než 50 let



Obrázek 3.16: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Více než 50 let.

Ve sledované skupině Více než 50 let se nacházelo 9 pozorovaných pacientů. Z grafu (Obrázek 3.16) není patrná lineární závislost.

Pro výpočty uvažujeme interval spolehlivosti 95 % a hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

- Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient $r = -0,476$ (95% CI: $-0,866 - 0,274$) pro závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině Více než 50 let v prostředí R pomocí příkazu *cor.test*.

Hodnota Pearsonova korelační koeficient $r = -0,476$ vypočtená dle vztahu (2.1) značí velmi slabou závislost.

- Test nulové korelace – rozhodnutí pomocí p-hodnoty
 - $H_0: r = 0$
 - $H_1: r \neq 0$
 - p-hodnota = 0,1949

P-hodnota $0,1949 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá, $r = 0$, čímž vylučujeme, že je mezi proměnnými možná korelace.

- Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin:
 - $H_0: r=0$
 - $H_1: r \neq 0$

Pro 9 pozorovaných subjektů je rozmezí kvantilu vypočtené dle vztahu (2.7) od -2,2622 do +2,2622.

Hodnota T je vypočtena dle vztahu (2.8) pomocí Excelu.

$$T = -1,4334$$

T leží v intervalu od -2,0639 do +2,0639, proto H_0 nezamítáme. Tzn. mezi fyzickou aktivitou a glykovaným hemoglobinem HbA1c je prokázána nezávislost, tedy neexistuje mezi proměnnými korelace.

4 Diskuze

Cílem této diplomové práce je zkoumání závislosti hladiny glykémie u osob s diabetes mellitus 1. typu, monitorované pomocí CGMS Guardian Real-Time, Dexcom a Paradigm Veo-554, na intenzitě fyzické aktivity měřené pomocí elektronického krokoměru Fitbit Flex. Všechna fyzická aktivita (sport, chůze, cvičení atd.), kterou pacient vykonal, je zaznamenána jako počet kroků za den. Získaná data z krokoměru a z CGMS byla přenesena na server telemedicínského systému Diani.

Během průměrné doby 5,3 dne jsme sledovali 72 pacientů s průměrným věkem 35 let, mezi kterými nejstarší pacientce bylo 60 let a nejmladší pacientce 22 let. Ve sledovaném výběru byla zaznamenána průměrná hodnota glykovaného hemoglobinu HbA1c $68 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$, což je vyšší oproti horní hranici výborné kompenzace DM–hodnotě $53 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$. Průměrná hodnota glykémie byla $8,55 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, tedy vyšší hodnota než by diabetici měli mít ($7,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ po jídle). Vyšší hodnoty glykémie vedou k vyšším hodnotám glykovaného hemoglobinu HbA1c.

Ze statistického zhodnocení dat jsme na základě váhy a výšky pacientů zjistili, že průměrná hodnota sledovaného výběru se dle výpočtu BMI nachází v normě. Čímž usuzujeme, že žádný pozorovaný subjekt není limitován svou fyzickou zdatností ke zvýšené fyzické zátěži.

Obecně se říká, že člověk by měl za den nachodit 10 000 kroků, což splnilo 65,3 % sledovaných osob. Pomocí Wilcoxonova testu při hladině významnosti 5 % jsme zjistili, že aktivita sledovaného výběru se statisticky významně neliší od doporučených 10 000 kroků za den. Průměrná fyzická aktivita byla 11 595 kroků za den. Tento průměr značně zvyšuje pacientka č. 4, která nachodila 33 070 kroků za den a pacientka č. 35, která nachodila 31 017 kroků za den. Tyto zvýšené aktivity jsou způsobené tím, že obě pacientky jsou aktivní sportovci. Na druhou stranu nejméně kroků vykonala pacientka č. 47, která nachodila pouze 1 592 kroků za den a pacientka č. 60, která nachodila pouze 885 kroků. Tyto velmi malá čísla jsou způsobena tím, že pacientky mají velmi malou fyzickou aktivitu (doporučujeme jim ji zvýšit) nebo náramek nenosily po celou dobu dne dle požadavků.

Z poskytnutých dat pro 32 sledovaných mužů a pro 40 sledovaných žen bylo zjištěno, že skupina mužů v době pozorování vykonala větší fyzickou aktivitu (průměrně 11 688 kroků za den) oproti 40-ti sledovaným ženám, které průměrně nachodily 11 521 kroků za den. Pomocí Shapiro-Wilkova testu normality (normální rozložení nebylo prokázáno) a následně pomocí Wilcoxonova testu (pro hladinu významnosti 5 %) jsme zjistili, že skupina žen se statisticky významně neliší od doporučených 10 000 kroků za den. Ve skupině mužů jsme pomocí Shapiro-Wilkova testu zjistili, že můžeme předpokládat normální rozdělení, a proto jsme provedli

jednovýběrový t-test, který nám říká, že skupina mužů se statisticky významně liší od udávané hodnoty 10 000 kroků za den.

Nejprve byla zhodnocena závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě za 24 hodin. V grafu (Obrázek 3.3) vidíme, že u pacientky č. 4, která nachodila 33 070 kroků za den, byla zaznamenána průměrná hladina glykémie $6,76 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, a u pacientky č. 35, která nachodila 31 017 kroků za den, byla zaznamenána průměrná hladina glykémie $7,76 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. U obou těchto pacientek můžeme říct, že dochází ke správné kompenzaci DM. Z grafu není jasně vidět přímá závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě, proto byl dále vypočítán Pearsonův korelační koeficient $r = -0,3228$, který značí velmi slabou závislost. Spočtením testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy $p\text{-hodnota}=0,005677$ je menší než α a T hodnota $-2,8535$ přesahuje rozmezí kvantilu $(-1,9944 - 1,9944)$, můžeme říct, že mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie může existovat slabá korelace. Následně byla zpracovaná kontingenční tabulka, která zobrazuje počet pozorovaných subjektů rozřazených do jednotlivých kategorií, u kterých bylo zvoleno rozmezí pro hladinu glykémie nízké (méně než $2,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), norma ($3,00 - 5,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), vyšší ($6,00 - 8,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), vysoké (vyšší než $9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) a pro fyzickou aktivitu rozmezí nízké (do 4 999 kroků/24hod), norma ($5\ 000 - 9\ 999$ kroků/24hod), vyšší ($10\ 000 - 14\ 999$ kroků/24hod) a vysoké (nad 15 000 kroků/24hod). Pro hodnocení závislosti dvou proměnným byl použit chí-kvadrát test a na základě $p\text{-hodnoty}$ 0,0304 můžeme předpokládat mírnou závislost dvou uvažovaných proměnných.

Hladina glykémie v závislosti na fyzické aktivitě byla prozkoumána z hlediska pohlaví. V grafickém znázornění (Obrázek 3.4) závislosti dvou proměnných ve skupině žen nevyplývá žádná lineární závislost. Výpočtem Pearsonova korelačního koeficientu $-0,2550$ v R prostředí značí velmi slabou závislost hladiny glykémie na fyzické aktivitě. Korelační koeficient otestován pomocí testu o nulové korelaci ($p\text{-hodnota}$ $0,1123 > \alpha \rightarrow H_0$ se nezamítá) vylučuje korelaci těchto proměnných ve skupině žen, což potvrdil i výpočet hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy T hodnota $-1,6257$ leží v rozmezí intervalu $-2,0211 - 2,0211$.

Grafické znázornění (Obrázek 3.5) průměrné hodnoty glykémie u 32 subjektech na počtu kroků za 24 hodin u mužů je patrná závislost těchto dvou hodnot. Pearsonův korelační koeficient z prostředí R udává hodnotu $r = -0,4270$, která poukazuje na možnou korelaci těchto dvou proměnných. Korelační koeficient otestován pomocí testu o nulové korelaci ($p\text{-hodnota}$ $0,01479 < \alpha$, proto H_0 se zamítá) nevyklučuje, že proměnné - hladina glykémie a počet kroků za 24 hodin, jsou mírně korelované. Výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin nám tento výsledek potvrdil, jelikož T hodnota $-2,5867$ neleží v intervalu $-2,043 - 2,043$ a H_0 se zamítá. Nakonec jsme provedli zobrazení počtu subjektů dle fyzické aktivity a hladiny glykémie pomocí kontingenční tabulky. Pro hodnocení závislosti proměnných byl použit Pearsonův chí-kvadrát test, který na základě $p\text{-hodnoty}$ 0,264 ukazuje nezávislost dvou

proměnných. Mírná korelace mezi hladinou glykémie a fyzickou aktivitou může být dána velikostí výběru, proto nemůžeme potvrdit možnou závislost. Aby námi zjištěné skutečnosti mohly být vyvráceny nebo potvrzeny, bylo by vhodné pozorovat větší skupinu pacientů, než jsme měli k dispozici.

Ve věkové skupině méně než 29 let se v závislosti hladiny glykémie na fyzické aktivitě nacházelo 24 pozorovaných pacientů. V grafickém zobrazení (Obrázek 3.6) není patrná žádná závislost. Pearsonův korelační koeficient $r = -0,048$, získaný v R prostředí, značí velmi slabou závislost. Pomocí p-hodnoty získané testem o nulové korelaci (p-hodnota $0,8207 > \alpha$, proto H_0 se nezamítá) vylučujeme, že ve věkové skupině méně než 29 let je korelace mezi hladinou glykémie a fyzickou aktivitou, což se nám potvrdilo provedením výpočtu testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy T hodnota $-0,2293$ leží mimo interval $-2,0639 - 2,0639$. Můžeme říct, že mezi hladinou glykémie a fyzickou aktivitou nemůžeme usuzovat korelaci.

V grafickém zobrazení (Obrázek 3.7) závislosti hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve věkové kategorii 30 – 39 let není pozorovaná závislost. Pozorováno bylo 26 pacientů, z nichž 8 pacientů byli muži. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu v R prostředí, a pomocí p-hodnoty testu o nulové korelaci, můžeme tvrdit, že mezi proměnnými hladinou glykémie a fyzickou aktivitou nemůžeme uvažovat korelaci, což potvrzuje i výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy T hodnota $-1,2345$ leží v intervalu o rozmezí od $-2,0555$ do $+2,0555$.

V další věkové kategorii- 40 – 49 let se nacházelo 13 pacientů, z nichž 9 pacientů byli muži. Z grafického znázornění (Obrázek 3.8) nevyplývá závislost mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie. Pearsonův korelační koeficient nám udává hodnotu $r = -0,6415$ získanou v R prostředí, což značí slabou korelaci těchto dvou proměnných. Podle p-hodnoty korelačního koeficientu otestovaného pomocí testu o nulové korelaci (p-hodnota $0,018 < \alpha$, proto H_0 se zamítá, $r \neq 0$) nemůžeme vyloučit, že je mezi proměnnými slabá korelace. Výpočtem testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin T hodnota $-2,7739$ leží mimo interval $-2,1604 - 2,1604$) vyplývá také možná korelace. Proto byla následně ještě vytvořena kontingenční tabulka (Tabulka 3.6), ze které jsme pomocí Pearsonův chí-kvadrát testu získali p-hodnotu $0,06109$, která ukazuje na možnou nezávislost mezi dvěma proměnnými.

Ve věkové kategorii více než 50 let bylo sledováno 9 pacientů (z nichž 5 pacientů byli muži), kteří v grafickém zobrazení (Obrázek 3.9) závislosti glykémie na fyzické aktivitě nenaznačují možnou korelaci. Pearsonův korelační koeficient v R prostředí značí mírnou závislost těchto dvou proměnných, jelikož r hodnota je $-0,5592$. Tato možná korelace byla vyvrácena testem o nulové korelaci, kdy p-hodnota, která je větší než hladina významnosti 5 %, a výpočtem testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy T hodnota $-1,7848$ se nachází v intervalu od $-2,2622$ do $2,2622$,

takže mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie ve věkové kategorii více než 50 let je nemůžeme usuzovat, že mezi proměnnými je korelace.

Dále byla zhodnocena závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě. Ve sledovaném výběru bylo provedeno grafické znázornění těchto proměnných, ze kterého není patrná závislost. Dále byl vypočítán Pearsonův korelační koeficient v R prostředí, kdy r hodnota je -0,1986 a značí velmi slabou závislost. Korelační koeficient je otestován pomocí testu o nulové korelaci, kdy p -hodnota 0,0943, je větší než hladina významnosti 5 % a můžeme vyloučit, že mezi proměnnými je slabá korelace. Stejně tak výpočet testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy T hodnota -1,6962 leží v intervalu -1,9944 – 1,9944. Zpracováním kontingenční tabulky vychází, že nemůžeme předpokládat mírnou závislost dvou proměnných (fyzické aktivity a hodnot glykovaného hemoglobinu HbA1c).

U 40-ti pozorovaných žen nebyla korelace glykovaného hemoglobinu HbA1c prokázána graficky, ani pomocí Pearsonova korelačního koeficientu v R prostředí ani pomocí testu o nulové korelaci, kde je p -hodnota větší (p -hodnota= 0,2209) než hladina významnosti 5 %, a ani pomocí výpočtu testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin, kdy T hodnota -1,2445 leží v rozmezí intervalu -2,0211 – 2,0211.

U pozorovaných mužů, kdy bylo sledováno 32 mužů, bylo provedeno grafické zobrazení závislosti glykovaného hemoglobinu HbA1c na fyzické aktivitě, ze kterého není patrná korelace těchto dvou proměnných. Dále výpočtem Pearsonova korelačního koeficientu v R prostředí je potvrzena nezávislost proměnných (neexistence korelace). Korelační koeficient otestován pomocí testu o nulové korelaci udává p -hodnotu (0,2169 větší než hladina významnosti 5 %), která vylučuje slabou korelaci mezi dvěma proměnnými. Výpočtem testu hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin je vyloučena korelace.

Po rozdělení pozorovaného výběru do věkových kategorií jsme zjistili, že ve všech věkových kategoriích není prokázána korelace mezi glykovaným hemoglobinem a fyzickou aktivitou. Čímž jsme vyvrátili tvrzení, že pravidelná monitorace koncentrace glukózy má pozitivní vliv na glykovaný hemoglobin, který se po užívání CGMS snížil až o 1 %, jelikož dle Golberga (provedena metaanalýza 10-ti studií u mladistvých do 18-ti let s DM 1. typu v závislosti na glykovaném hemoglobinu), u kterých se prokázalo výrazné snížení glykovaného hemoglobinu HbA1c po vykonání pravidelné fyzické aktivity.

Neprokázání tohoto vlivu v našem výběru můžeme přisuzovat malému množství sledovaných pacientů. Dalším kritickým místem může být neúplnost dat, kdy nemáme informace o tom, jakou fyzickou aktivitu pacienti vykonávali, jak často ji vykonávali a také informace o jejich fyzické zdatnosti. Máme pouze týdenní záznamy, ve kterých se tyto informace nevyskytují. Další důležitou úlohu hraje strava a množství podávaného inzulínu před, v průběhu či po fyzické aktivitě, o kterých nemáme

informace. Přesnost měření pomocí CGMS může být snížena nevhodnou kalibrací nebo špatným používáním senzorů pacientem.

Výsledky také mohou být ovlivněny limitací zařízení pro měření fyzické aktivity, která byla měřena pomocí krokoměru. Ten měří zrychlení ve třech na sebe kolmých osách, což je relativně přesná metoda pro monitoraci běžné chůze či běhu, ale velmi nepřesná například pro jízdu na kole či plavání. Krokoměr může dále zanášet falešné kroky navíc při jízdě autem či na kole po nerovném terénu. Informace o konkrétních vykonávaných aktivitách jsme od pacientů neměli, a tudíž nemůžeme vyloučit zanesení chyb měření i z tohoto důvodu. Neinformovanost o vykonané fyzické aktivitě mohla tedy ovlivnit výsledky sumárních kroků u sledovaných pacientů.

Pro lepší výsledky měření fyzické aktivity bych pro další obdobné studie doporučila zaznamenávat informace o vykonané fyzické aktivitě a informace o fyzické zdatnosti a trénovanosti pacientů. Lepší přehled o konkrétních aktivitách, které pacient během dne vykonal, by vedly k přesnějším výsledkům.

Další ovlivnění výsledků mohlo být způsobeno velkou variabilitou mezi pacienty, jelikož někteří jsou schopni zvládat fyzickou aktivitu bez glykemických výkyvů (u pacientky č. 4 byla zaznamenána abnormálně vysoká fyzická aktivita- 33 070 kroků za 24 hodin s průměrnou hladinou glykémie $6,76 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ bez větších výkyvů), někteří mají problém s velkou glykemickou fluktuací (pacient č. 25) a poklesy do hypoglykemií (pacient č. 24). Někteří pacienti si při vykonání fyzické aktivity úmyslně drží hladinu glykémie vysoko nad hranicí normy ze strachu z hypoglykémie a někteří pacienti se z obavy z hypoglykémie fyzické aktivity nebo určitých druhů sportů s vyšší fyzickou zátěží zcela vyhýbají, proto je nutné kromě motivování pacienta ke zvýšení denní fyzické zátěže ho také dostatečně edukovat o tom, jak má tyto situace zvýšené fyzické zátěže řešit z hlediska dávkování inzulínu a dodávání sacharidů a při zvyšování zátěže postupovat po krocích, které je daný pacient schopen zvládat.

K motivování pacientů ke zvýšené fyzické zátěži by mohly přispět také využívané mobilní aplikace, které jsou pro uživatele snadno ovladatelné, vždy přítomné, jelikož v dnešní době má každý člověk mobilní telefon vždy po ruce, a nepředstavují finanční zátěž pro pacienta ani pro stát.

Použití kontinuálního měření hladiny glykémie přináší řadu výhod pro pacienta i pro lékaře. Kontinuální měření, které nám udává průměrné hodnoty každých 5-ti minut, umožňuje sledovat hladinu glykémie během různých situací, jako je například hladina během fyzické zátěže a po ní nebo hladina glykémie po jídle, atd. Toto monitorování hraje velkou roli v predikci hyperglykémie nebo hypoglykémie. Pokud tyto stavy pacientovi hrozí, CGMS ho upozorní alarmem. Tato funkce přináší pacientům plnohodnotnější život, neboť si můžou lépe plánovat své každodenní aktivity. CGMS je velmi oblíbený i u skupiny dětí a jejich rodičů, kteří jsou upozorněni

alarmem o výkyvu hladiny glykémie svého dítěte během noci, a u sportovců, kteří mohou pohodlněji vykonávat své oblíbené sportovní činnosti.

Další funkcí CGMS je zohlednění dat, které ovlivňují hladinu glykémie, například informace o příjmu potravy (množství sacharidů), množství aplikovaného inzulínu, data o fyzických výkonech (kdy pacient sportoval). Tyto údaje by si měl pacient zapisovat do deníku a software na základě všech získaných dat z deníku, CGMS a krokoměru tyto data vyhodnotí. Bohužel pacienti leckdy nejsou schopni zapisovat si svůj denní režim do diabetického deníku, čímž dochází ke ztrátě důležitých dat pro celkové posouzení příčin výkyvů hladiny glykémie.

Kontinuální monitoring přináší sebou bohužel i řadu nevýhod, jednou z nich je nízká životnost senzoru (cca 1 týden), jelikož enzym nanesený na elektrodě se spotřebovává. Senzor se proto musí kalibrovat pomocí POCT zařízení, čímž se pacient nevyhne odběru malého množství kapilární krve z prstu. Pro přesnost měření musí být kalibrace provedena ve stejný čas, což bývá problémem u většiny pacientů, jelikož nekalibrují přístroj vůbec nebo kalibrují v nevhodnou dobu. Tomuto problému by se dalo předejít zvýšenému důrazu na edukaci pacientů. Dále není vhodné kalibrovat, pokud dochází k velkým vzestupům nebo poklesům hladiny glykémie, neboť dochází k časovému rozdílu hladiny glykémie v krvi a v intersticiální tekutině, a potom senzor neměří přesně. Senzor musí být zaveden na vhodné místo na těle, jako jsou paže a břicho. Při aplikaci dochází k dezinfekci místa vpichu, a pokud pacient nenechá dezinfekčního roztok zaschnout, může být měření senzorem zkresleno. Zavádění senzoru přináší také riziko případné infekce, které se porušenou bariérou vstupu do těla může dostat. Někteří pacienti uvádí stížnosti na náplast, kterou je senzor spolu s transmitterem fixován na svém místě. Náplast se vlivem pohybu a pocení odlepuje, některé pacienty svědí, až ve výjimečných situacích dochází k alergickým reakcím.

Nákladová analýza vzhledem k negativnímu výsledku, kdy jsme nepotvrdili závislost mezi dvěma proměnnými (závislost glykémie na počtech kroků za den, závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtech kroků za den), nebyla provedena. Nicméně pomocí metody nákladů a dopadů bychom do nákladů zahrnuli veškeré přímé náklady spojené s pořízením kontinuálního monitoringu glykémie, který se skládá z pořízení senzoru, transmitteru a pokud pacient nevyužívá svůj mobilní telefon jako přijímač dat, tak i pořízení receiveru.

Při neprokázání vzájemné korelace nejsme schopni vyjádřit výsledný efekt v podobě snížené hladiny glykémie nebo sníženého glykovaného hemoglobinu. Dále nejsme schopni vyjádřit snížená rizika a komplikace onemocnění DM 1. typu, jako jsou například snížení kardiovaskulárních rizik

5 Závěr

Pro vypracování této diplomové práce bylo v roce 2014 a 2015 sledováno 72 pacientů s DM 1. typu během průměrné doby 5,3 dne. Sledovaný výběr byl nejprve statisticky vyhodnocen jako celek a následně byla vyhodnocena závislost fyzické aktivity na hladině glykémie a fyzické aktivity na hodnotě glykovaného hemoglobinu HbA1c dle pohlaví pro muže a pro ženy a dále dle věkových kategorií (Méně než 29 let, 30 – 39 let, 40 – 49 let, více než 50 let).

Z pozorovaných výsledků se nám nepodařilo prokázat přímou korelaci mezi fyzickou aktivitou a hladinou glykémie nebo glykovaného hemoglobinu HbA1c. Pouze během pozorování hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve skupině mužů nebyla prokázána nezávislost těchto dvou proměnných, ale ani potvrzena závislost. Dále ve věkové kategorii 40 – 49 let nebyla potvrzena nezávislost těchto dvou proměnných, což přisuzujeme většímu zastoupení mužského pohlaví v této skupině. Pro hlubší zkoumání je potřeba sledovat větší výběr pacientů.

Seznam použité literatury

- [1] RACEK, J. *Klinická biochemie. 2.*, přeprac. vyd. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-726-2324-9.
- [2] ŠTĚPÁNKOVÁ, Š., KRÁLOVCOVÁ, P., KANĎÁR, R. *Laboratorní cvičení z obecné a klinické biochemie*. Vydání první. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016. ISBN 978-80-7395-958-6.
- [3] ŠTĚPÁNKOVÁ, Š. *Laboratorní cvičení z obecné biochemie*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016. ISBN 978-80-7395-958-7.
- [4] *Současné možnosti monitorování glykémie* [online]. Kostelec nad Černými lesy: CZ Pharma s.r.o., 2006 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: www.remedia.cz
- [5] DASTYCH, M., BREINEK, P. *Klinická biochemie: bakalářský obor Zdravotní laborant. 2.*, přepracované vydání. Brno: Coprint s r.o., 2011. ISBN 978-80-87192-18-4.
- [6] BERÁNEK, M., TICHÝ, M. *Vybrané kapitoly z klinické biochemie: pro studijní program Zdravotnická bioanalytika*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2186-9.
- [7] KLENER, P. *Vnitřní lékařství III pro střední zdravotnické školy*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2002. ISBN 80-860-7398-X.
- [8] Diabetes mellitus. *Diabetes.zcu* [online]. b.r. [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: <https://diabetes.zcu.cz/diabetes?2>
- [9] PERUŠIČOVÁ, J. *Diabetes mellitus: onemocnění celého organismu*. Praha: Maxdorf, 2017. Jessenius. ISBN 978-80-7345-512-5.
- [10] www.medtronic-diabetes.cz [online]. b.r. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/co-predstavuje-lecba-inzulinovou-pumpou>
- [11] ŠTECHOVÁ, K., PERUŠIČOVÁ, J. *Diabetes mellitus 1. typu: [příručka pro každodenní praxi]*. Praha: Maxdorf, 2014. Současná diabetologie. ISBN 978-807-3453-770.
- [12] Stres a hladina krevního cukru. *Cukrovka.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <https://www.cukrovka.cz/poradna/muze-stres-ovlivnit-hladinu-krevneho-cukru-u-diabetika>

- [13] ZLATOHLÁVEK, L. *Klinická dietologie a výživa*. 1. vydání. Praha: Current Media, 2016. Medicus. ISBN 978-80-88129-03-5.
- [14] ŠKRHA, Jan. *Diabetologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-807-2626-076.
- [15] YOM-TOV, E. a M. TENNENHOLTZ. Encouraging Physical Activity in Patients With Diabetes: Intervention Using a Reinforcement Learning System. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2017, **19**(10), 338- [cit. 2018-02-17]. DOI: 10.2196/jmir.7994. ISSN 1438-8871. Dostupné z: <http://www.jmir.org/2017/10/e338/>
- [16] COCKCROFT, E., J. High-intensity interval exercise and glycemic control in adolescents with type one diabetes mellitus: a case study. *Physiological Reports* [online]. 2017, **5**(13), 13339- [cit. 2018-02-17]. DOI: 10.14814/phy2.13339. ISSN 2051817X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.14814/phy2.13339>
- [17] MOSER, O. Accuracy of Continuous Glucose Monitoring (CGM) during Continuous and High-Intensity Interval Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus. *Nutrients* [online]. 2016, **8**(8), 489- [cit. 2018-05-15]. DOI: 10.3390/nu8080489. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/8/8/489>
- [18] GOLBERG, S., SIGAL, R. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. In: *Diabetes Care* [online]. 2016, **39**(11), s. 2065-2079 [cit. 2018-05-15]. DOI: 10.2337/dc16-1728. ISSN 0149-5992. Dostupné z: <http://care.diabetesjournals.org/lookup/doi/10.2337/dc16-1728>
- [19] THOMAS, F. Blood Glucose Levels of Subelite Athletes During 6 Days of Free Living. *Journal of Diabetes Science and Technology* [online]. 2016, **10**(6), 1335-1343 [cit. 2018-02-17]. DOI: 10.1177/1932296816648344. ISSN 1932-2968. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296816648344>
- [20] ZECCHIN, Ch. *Physical Activity Measured by Physical Activity Monitoring System Correlates with Glucose Trends Reconstructed from Continuous Glucose Monitoring* [online]. 2013, **15**(10), 836-844 [cit. 2018-02-17]. DOI: 10.1089/dia.2013.0105. ISSN 1520-9156. Dostupné z: <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/dia.2013.0105>
- [21] GOMEZ, A., GOMEZ, A. Effects of Performing Morning Versus Afternoon Exercise on Glycemic Control and Hypoglycemia Frequency in Type 1 Diabetes Patients on Sensor-Augmented Insulin Pump Therapy. *Journal of Diabetes Science and Technology* [online]. 2015, **9**(3), 619-624 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1177/1932296814566233. ISSN 1932-2968. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296814566233>

- [22] RUŠAVÝ, Z., BROŽ, J. *Diabetes a sport: příručka pro lékaře ošetřující nemocné s diabetem 1. typu*. Praha: Maxdorf, 2012. Jessenius. ISBN 978-80-7345-289-6.
- [23] NEUMANN, D., BRÁZDOVÁ, L., PICKOVÁ, K. *Flexibilní léčba diabetes mellitus 1. typu: postupy pro MDI a CSII*. První vydání. Praha: Mladá fronta, 2017. ISBN 978-80-204-4372-4.
- [24] VILIKUS, Z., MACH, I., BRANDEJSKÝ, P. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2064-0.
- [25] JIRKOVSKÁ, A. *Jak (si) kontrolovat a zvládat diabetes: manuál pro edukaci diabetiků*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2014. Lékař a pacient. ISBN 978-80-204-3246-9.
- [26] GOLDBERG, S.R. *Diabetic athlete's handbook*. Ontario: Human Kinetics, 2009. ISBN 978-0-7360-7493-7.
- [27] Diabetes mellitus 1. typu - fyzická aktivita a sport. *MedicaBaze.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term_detail&categId=35&cname=Diabetologie&termId=3106&tname=Diabetes%20mellitus%201.%20typu%20-%20fyzick%C3%A1%20aktivita%20a%20sport&h=empty#jump
- [28] Sport při diabetu. *Fnkv.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: https://www.fnkv.cz/soubory/169/sport_pri_diabetu.pdf
- [29] SVAČINA, Š. *Diabetologie*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2010. Lékařské repetitorium. ISBN 978-80-7387-348-6.
- [30] BONOMI, A, WESTERTERP, K. Advances in physical activity monitoring and lifestyle interventions in obesity: a review. *International Journal of Obesity* [online]. 2012, **36**(2), 167-177 [cit. 2018-05-15]. DOI: 10.1038/ijo.2011.99. ISSN 0307-0565. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/ijo201199>
- [31] MUŽÍK, J. Telemedicine tools for automated generation of diabetes diary. *Diabetes Technology & Therapeutics*. 2016, **18**(). DOI: 10.1089/dia.2016.2525.
- [32] HOLUBOVÁ, A. Kroková zátěž u pacientů s diabetes mellitus 1. typu a hodnocení vlivu míry a intenzity chůze na hodnotu glykemie. *DMEV*, 2015, **18**(1), 52-53.
- [33] Přehled aplikací, zaměřených na sportovní aktivity. *Sportvitalpro.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.sportvitalpro.cz/zdravi/prehled-aplikaci-zamerenych-na-sportovni-aktivity>

- [34] HOLUBOVÁ, A. Technologie v diabetologii. Monitorace fyzické aktivity u pacientů s diabetem – krokoměry. *Tinbune.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/41692>
- [35] *Mobilní zdraví, fenomén dnešní doby?* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.sportvitalpro.cz/zdravi/mobilni-zdravi-fenomen-dnesni-doby>
- [36] LEDVINA, M., STOKLASOVÁ, A., CERMAN, J. *Biochemie pro studující medicíny*. Vyd. 2. V Praze: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1416-8.
- [37] Historie a současné trendy měření cukru v krvi. *Diasvet.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.diasvet.cz/historie-a-soucasne-trendy-mereni-cukru-v-krvi/>
- [38] HALUZÍK, Martin. *Praktická léčba diabetu*. 2. vyd. Praha: Mladá fronta, 2013. Aeskulap. ISBN 978-80-204-2880-6.
- [39] Glykovaný hemoglobin. *Mte.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.mte.cz/vse-o-diabetes/lecba-diabetes/glykovany-hemoglobin>
- [40] Jak měříme glykémii. *Fnkv.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: https://www.fnkv.cz/soubory/169/mereni_glykemie.pdf
- [41] Kontrola diabetu pomocí selfmonitoringu. *Zivotacukrovka.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.zivotacukrovka.cz/clanek/7/kontrola-diabetu-pomoci-selfmonitoringu/>
- [42] BROŽ, J. *Základy léčby diabetu pomocí inzulinové pumpy a možnosti kontinuální monitorace glykémie*. 1. vyd. Praha: Wiesnerová, 2006. ISBN 80-239-6799-1.
- [43] *Kontinuální monitorace glukózy - úvod* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.detskydiabetes.cz/kontinualni-monitorace-glykemie>
- [44] JIRKOVSKÁ, A. *Současné možnosti kontinuální monitorace glykémie u pacientů s diabetem* [online]. b.r. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.remedia.cz/Okruhy-temat/Endokrinologie-a-metabolismus/Soucasne-moznosti-kontinualni-monitorace-glykemie-u-pacientu-s-diabetem/8-W-Ax.magarticle.aspx>
- [45] Kontinuální monitorování glykémie. *Diastyl.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.diastyl.cz/kontinualni-monitorovani-glykemie/>
- [46] PERUŠIČOVÁ, Jindra. *Diabetes mellitus v kostce*. 2. aktualizované vydání. Praha: Maxdorf, 2016. Současná diabetologie. ISBN 978-80-7345-478-4.

- [47] RUŠAVÝ, Z. *Technologie v diabetologii 2010*. 1. vyd. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-689-2.
- [48] Systém MiniMed 640G pro kontinuální monitorování glukózy. *Medtronic-diabetes.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/informace-o-produktech/index.html/enlite-sensor>
- [49] PETERSON, K. Kontinuální monitorování koncentrace glukózy - historie, současné možnosti a perspektivy. In *Racionální přístupy k léčbě osob s diabetem. Terapeutická edukace ve 3. miléniu*. 2009, **11**. ISSN 1212-7299.
- [50] CGMS System Gold: Continuous Glucose Monitoring System. *Medtronic.com* [online]. 2003 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <http://www.medtronic.com/downloadablefiles/Diabetes%20Therapy%20-%20CGMS%20System%20Gold%20Fact%20Sheet.pdf>
- [51] Představujeme Dexcom G4 Platinum. *Dexcom.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <http://www.dexcom.com/cs-CZ/g4-platinum-page-czech-republic>
- [52] Rozhodování o léčbě bude se systémem Dexcom G5 Mobile CGM snazší. *Aimport.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <http://www.aimport.cz/cz/dexcom-g4>
- [53] Introducing the Dexcom G5® Mobile CGM System. *Dexcom.com* [online]. b.r. [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.dexcom.com/g5-mobile-cgm>
- [54] The new and improved Dexcom G6 CGM. *Dexcom.com* [online]. b.r. [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.dexcom.com/g6-cgm-system>
- [55] *FDA Clears Dexcom G6 CGM with No Fingersticks! Launch Later this Year* [online]. 2018 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://diatribe.org/fda-clears-dexcom-g6-cgm-no-fingersticks-launch-later-year>
- [56] Freestyle Navigator II. *Diabetes.co.uk* [online]. b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.diabetes.co.uk/cgm/abbott-freestyle-navigator-ii.html>
- [57] Flash Glucose Monitoring. *Diatribe.org* [online]. b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://diatribe.org/flash-glucose-monitoring>
- [58] FreeStyle Libre Sensor. *Freestylelibre.com.au* [online]. b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.freestylelibre.com.au/freestyle-libre-sensor>
- [59] Kontinuální monitorování glukózy (CGM) a senzory. *Medtronic-diabetes.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/pomoc-podpora/senzory>

- [60] Sociální média a edukace, úvod do 2. praktické úlohy. *Albertov.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.albertov.cz/wp-content/uploads/2018/01/ADIATECH5-2017-Anna-LF1.pdf>
- [61] 10 facts on diabetes. *Who.int* [online]. b.r. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.who.int/features/factfiles/diabetes/en/>
- [62] ROOYACKERS, O., a MATTSSON. Continuous glucose monitoring by intravenous microdialysis: influence of membrane length and dialysis flow rate. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* [online]. 2013, **57**(2), 214-219 [cit. 2018-05-15]. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2012.02787.x. ISSN 00015172. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-6576.2012.02787.x>
- [63] DIMITRIADIS, G., *Subcutaneous glucose monitoring with GlucoDay: comparison of the results to those obtained with the endocrine artificial pancreas* [online]. 2010, **9**(2) [cit. 2018-05-01]. DOI: 145-50. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20687398>
- [64] Glucoday S by A. Menarini Diagnostics. *Diabetesnet.com* [online]. b.r. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.diabetesnet.com/diabetes-technology/meters-monitors/future-meters-monitors/amenarini-diagnostics>
- [65] VALGIMIGLI, F.,. Evaluating the Clinical Accuracy of GlucoMen®Day: A Novel Microdialysis-Based Continuous Glucose Monitor. *Journal of Diabetes Science and Technology* [online]. 2010, **4**(5), 1182-1192 [cit. 2018-05-01]. DOI: 10.1177/193229681000400517. ISSN 1932-2968. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/193229681000400517>
- [66] SugarBEAT® Non-invasive, flexible and affordable glucose monitoring. *Nemaumedical.com* [online]. b.r. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.nemaumedical.com/sugarbeat/>
- [67] Tipy pro měření glykemie. *Diastyl: pro aktivní a zdravý život*. Praha: Masanta s.r.o, 2018, (2). ISSN 2336-1123.
- [68] Racionální přístupy k léčbě osob s diabetem. *Internimedicina.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2009/88/01.pdf>
- [69] XIAOHAO, Y. *GlucOnline Coach: a virtual coach app for diabetes patients* [online]. b.r. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: http://essay.utwente.nl/68987/1/Ye_MA_EEMCS.pdf
- [70] Czech Republic. *Who.int* [online]. 2016 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: http://www.who.int/diabetes/country-profiles/cze_en.pdf

- [71] Data o diabetu v ČR. *Diabetickaasociace.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://diabetickaasociace.cz/co-je-diabetes/data-o-diabetu-v-cr/>
- [72] Péče o nemocné cukrovkou. *ÚZIS.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/category/tematicke-rady/zdravotnicka-statistika/diabetologie-pece-diabetiky>
- [73] Senzory ke kontinuálnímu měření glykémie. *Diahelp.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: http://www.diahelp.cz/?page_id=5150
- [74] Technologie. *Diab.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.diab.cz/technologie>
- [75] Národní diabetologický registr. *Uzis.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/registry/narodni-zdravotni-registry/narodni-diabetologicky-registr>
- [76] Národní diabetologický registr odhalí slabá místa. *Zivotacukrovka.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://www.zivotacukrovka.cz/clanek/417/narodni-diabetologicky-registr-odhali-slaba-mista/>
- [77] Terapeutický software CareLink. *Medtronic-diabetes.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/system-minimed/pom%C5%AFcky-ke-zvl%C3%A1d%C3%A1n%C3%AD-terapie>
- [78] Terapeutický software CareLink. *Medtronic-diabetes.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/zakaznicka-podpora/carelink/terapeuticky-software-carelink>
- [79] Diasend Software. *Amsldiabetes.com.au* [online]. b.r. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <http://amsldiabetes.com.au/item/diasend/>
- [80] Telemedicínský systém Diani. *Albertov.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.albertov.cz/projekty/diani/>
- [81] Telemonitorovací systém pro podporu pacientů s diabetem. *Tribune.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/41974>
- [82] HOLUBOVÁ, A.,. Originální český telemonitoringový systém pro pacienty s diabetes mellitus DIANI – možnosti použití a první výsledky. *Sestra v diabetologii: Luhačovice 2017* [online]. 2017, **13**(1) [cit. 2018-04-10]. ISSN 1801-2809.

- [83] COMSTOCK, J., Ahead of IPO, Senseonics taps diasend for CGM app integration. *Mobihealthnews.com* [online]. 2016 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.mobihealthnews.com/content/ahead-ipo-senseonics-taps-diasend-cgm-app-integration>
- [84] Take back control of your life!. *Diabetes-m.com* [online]. b.r. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.diabetes-m.com/>
- [85] Aplikace Diabetes:M nově v češtině. *Diastyl.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.diastyl.cz/aplikace-diabetesm-nove-cestine/>
- [86] Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu. *Portal.matematickabiologie.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--zaklady-korelacni-analyzy--pearsonuv-korelacni-koeficient--vypocet-pearsonova-korelacniho-koeficientu>
- [87] Pearsonův korelační koeficient. *Mathstat.econ.muni.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: http://mathstat.econ.muni.cz/media/12657/pear_cor.pdf
- [88] ZVÁRA, K. *Základy statistiky v prostředí R*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2013. Biomedicínská statistika. ISBN 978-80-246-2245-3.
- [89] ROGALEWICZ, V. *Pravděpodobnost a statistika pro inženýry*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 1998. ISBN 978-80-01-03785-0.
- [90] Test hypotézy o nulové korelaci dvou náhodných veličin. *Portal.matematickabiologie.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--zaklady-korelacni-analyzy--pearsonuv-korelacni-koeficient--test-hypotezy-o-nulove-korelaci-dvou-nahodnych-velicin>
- [91] Kontingenční tabulky. *Portal.matematickabiologie.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analyza-a-hodnoceni-biologickych-dat--statisticke-modelovani--konkretni-glm-modely--modely-pro-multinomicka-data--kontingencni-tabulky>
- [92] Šapirův - Wilkův test normality. *Portal.matematickabiologie.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analyza-a-hodnoceni-biologickych-dat--statisticke-modelovani--overovani-predpokladu-v-klasickem-modelu-linearni-regrese--overovani-normality-dat--shapiruv-wilkuv-test-normality>

- [93] Neparametrický test pro jeden výběr (Wilcoxonův test). *Portal.matematickabiologie.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickyh-a-biologickyh-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--testovani-hypotez-o-kvantitativnich-promennych--testy-o-parametrech-jednoho-rozdeleni--neparametricky-test-pro-jeden-vyber-wilcoxonuv-test>
- [94] Cost Consequence Analysis. *Definedterm.com* [online]. b.r. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <https://definedterm.com/a/definition/72660>
- [95] Healthcare Glossary: Cost consequences analysis. *Pmlive.com* [online]. b.r. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: https://www.pmlive.com/intelligence/healthcare_glossary/Terms/c/cost_consequences_analysis_cca
- [96] Nárok na zdravotní pomůcky: Senzory ke kontinuálnímu měření glykémie. *Diahelp.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.diahelp.cz/?page_id=5150

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Chemický vzorec glukózy.....	11
Obrázek 1.2: Počet vhodných článků.....	16
Obrázek 1.3: Zobrazení kontinuálního měření glykémie. [43].....	24
Obrázek 1.4: Senzore Enlite (vlevo) a transponder s vysílačem. [48].....	25
Obrázek 1.5: Vztah fyzické aktivity a koncentrace glukózy v plazmě a intersticiální tekutině. [60].	29
Obrázek 1.6: Incidence pacientů s DM. [72].	32
Obrázek 1.7: Prevalence léčených pacientů s DM. [72].	32
Obrázek 1.8: Úmrtnost ve skupině pacientů s DM (DM nemusí být příčinou úmrtí). [72].	33
Obrázek 1.9: Systém Diani. (zdroj: autor práce)	35
Obrázek 1.10: Mobilní aplikace: Diabetes:M (vlevo) a Diasend. [79].	36
Obrázek 2.1: Grafické znázornění korelace. [87].	38
Obrázek 3.1: Sloupcový graf. Průměrný počet kroků za jeden den u jednotlivých pacientů.....	45
Obrázek 3.2: Grafické srovnání průměrné hodnoty počtu kroků za den u žen a mužů.....	46
Obrázek 3.3: Grafická závislost průměrné glykémie na počtu kroků za 24 h. ...	48
Obrázek 3.4: Grafická závislost průměrné hladiny glykémie na počtu kroků za 24 h – ženy.....	51
Obrázek 3.5: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – muži.....	53
Obrázek 3.6: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Méně než 29 let.	55
Obrázek 3.7: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 30 – 39 let.	57
Obrázek 3.8: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 40–49 let.	59
Obrázek 3.9: Grafická závislost průměrné hodnoty glykémie na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Více než 50 let.	61

Obrázek 3.10: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h.....	63
Obrázek 3.11: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – ženy.	66
Obrázek 3.12: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – muži.....	68
Obrázek 3.13: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Méně než 29 let.....	70
Obrázek 3.14: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 30 – 39 let.	72
Obrázek 3.15: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: 40 – 49 let.	74
Obrázek 3.16: Grafická závislost glykovaného hemoglobinu HbA1c na počtu kroků za 24 h – věková kategorie: Více než 50 let.	76

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Počet článků vyhledaných v uvedených databázích.	15
Tabulka 1.2: Přehled vybraných článků.....	16
Tabulka 1.3: Výsledky vlivu fyzické aktivity u vybraných článků (studií) [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21].....	17
Tabulka 1.4: Systémy CGMS.	26
Tabulka 3.1: Statistické hodnoty – celá sledovaná populace.....	43
Tabulka 3.2: Statistické hodnoty – ženy.	44
Tabulka 3.3: Statistické hodnoty – muži.....	44
Tabulka 3.4: Kontingenční tabulka závislosti průměrné hladiny glykémie na fyzické aktivitě.....	50
Tabulka 3.5: Kontingenční tabulka závislosti průměrné hladiny glykémie na fyzické aktivitě u mužů.....	54
Tabulka 3.6: Kontingenční tabulka závislosti průměrné hladiny glykémie na fyzické aktivitě ve věkové kategorii 40 – 49 let.....	60
Tabulka 3.7: Kontingenční tabulka závislosti glykovaného hemoglobinu HbA1c a fyzické aktivity.....	65

Příloha

Zpracováno:		Typ CGMS	Číslo pacienta	Počet dní	Pohlaví	Rok narození	Věk	Výška	Váha	HbA1c [mmol/mol]	hodin celkem	Celkový počet kroků	Počet kroků za 24 h	Průměrná glykémie
Od	Do													
18.4.2014	24.4.2014	Guardian REAL-Time	1	6,5	F	1980	34	156	48	50	157	70781	10820	7,86
16.5.2014	20.5.2014	Guardian REAL-Time	2	4,1	F	1982	32	180	82	56	98	46259	11329	8,36
23.5.2014	26.5.2014	Guardian REAL-Time	3	3,0	M	1981	33	192	87	75	71	54337	18367	9,57
30.5.2014	5.6.2014	Guardian REAL-Time	4	4,0	F	1968	46	170	70	68	95	130903	33070	6,76
30.5.2014	4.6.2014	Guardian REAL-Time	5	4,8	F	1965	49	169	85	97	114	33648	7084	11,65
6.6.2014	11.6.2014	Paradigm Veo - 754	6	5,0	F	1992	22	172	70	102	120	36086	7217	8,56
13.6.2014	20.6.2014	Dexcom	7	6,9	F	1991	23	170	73	61	165	69248	10072	9,65
4.7.2014	11.7.2014	Dexcom	8	6,9	F	1991	23	164	64	65	166	109216	15790	8,61
22.5.2014	30.5.2014	Guardian REAL-Time	9	20,0	M	1989	25	185	78	50	479	247101	12381	7,00
7.6.2014	19.6.2014													
25.7.2014	31.7.2014	Guardian REAL-Time	10	6,0	M	1969	45	189	80	82	144	30148	5025	8,89
1.8.2014	8.8.2014	Guardian REAL-Time	11	6,8	F	1962	52	163	60	51	163	81422	11989	6,78
11.8.2014	13.8.2014	Guardian REAL-Time	12	2,2	M	1967	47	187	74	142	52	34045	15713	7,64
8.8.2014	14.8.2014	Guardian REAL-Time	13	6,1	F	1980	34	178	74	58	146	74251	12206	8,94
22.8.2014	28.8.2014	Guardian REAL-Time	14	5,9	M	1984	30	188	85	77	142	69686	11778	11,02
1.8.2014	7.8.2014	Guardian REAL-Time	15	5,8	F	1984	30	167	66	51	140	62388	10695	8,06
22.8.2014	28.8.2014	Guardian REAL-Time	16	6,1	M	1977	37	170	75	58	147	51792	8456	7,79
5.9.2014	12.9.2014	Guardian REAL-Time	17	6,9	M	1975	39	179	78	73	165	50833	7394	8,05
5.9.2014	11.9.2014	Guardian REAL-Time	18	6,0	M	1964	50	182	64	49	144	144604	24101	5,69
5.9.2014	11.9.2014	Guardian REAL-Time	19	6,0	M	1962	52	186	75	55	143	45639	7660	6,87
12.9.2014	18.9.2014	Dexcom	20	6,0	F	1991	23	162	60	80	144	85238	14206	7,94
5.9.2014	11.9.2014	Guardian REAL-Time	21	6,0	F	1954	60	166	87	88	143	64789	10874	9,80
16.9.2014	18.9.2014	Guardian REAL-Time	22	3,4	M	1974	40	197	130	100	81	20747	6147	9,73
22.9.2014	26.9.2014	Paradigm Veo - 754	23	3,8	F	1972	42	170	62	71	90	53316	14218	8,28
3.10.2014	8.10.2014	Guardian REAL-Time	24	5,5	M	1981	33	197	96	64	131	85622	15686	6,46
14.11.2014	19.11.2014	Guardian REAL-Time	25	4,8	M	1985	29	168	67	55	115	20323	4241	8,40
7.11.2014	11.11.2014	Guardian REAL-Time	26	3,8	F	1992	22	158	60	90	91	21247	5604	6,80
14.11.2014	20.11.2014	Dexcom	27	4,8	F	1992	22	172	70	70	116	36109	7471	14,03
10.10.2014	16.10.2014	Dexcom	28	5,1	F	1968	46	164	63	80	123	61686	12036	7,00
17.10.2014	21.10.2014	Dexcom	29	4,4	M	1988	26	175	95	65	105	25741	5884	8,20
7.11.2014	13.11.2014	Dexcom	30	3,8	F	1983	31	165	67	83	92	52833	13783	10,88
19.9.2014	25.9.2014	Guardian REAL-Time	31	6,1	M	1969	45	189	75	81	146	60553	9954	7,12
26.9.2014	1.10.2014	Dexcom	32	5,3	F	1982	32	163	76	73	126	57080	10872	8,37
3.10.2014	9.10.2014	Guardian REAL-Time	33	6,0	F	1979	35	164	63	36	144	71841	11974	7,49
17.10.2014	23.10.2014	Dexcom	34	5,8	F	1992	22	163	56	60	140	60480	10368	8,21
22.5.2015	23.5.2015	Guardian REAL-Time	35	1,4	F	1988	27	164	52	42	33	42648	31017	7,76
24.4.2015	29.4.2015	Guardian REAL-Time	36	4,7	M	1981	34	192	85	79	113	52159	11078	6,60
25.4.2015	6.5.2015	Guardian REAL-Time	37	9,3	F	1982	33	180	83	60	222	131442	14210	10,25
15.5.2015	21.5.2015	Guardian REAL-Time	38	5,8	M	1974	41	170	98	70	139	68790	11877	8,57
15.5.2015	21.5.2015	Dexcom	39	6,2	F	1961	54	158	70	58	149	104559	16842	8,33
22.5.2015	27.5.2015	Dexcom	40	4,8	F	1992	23	158	62	70	115	26725	5577	7,12
23.5.2015	28.5.2015	Dexcom	41	6,0	F	1962	53	163	60	52	144	85613	14269	6,63
29.5.2015	3.6.2015	Paradigm Veo - 554	42	5,2	M	1985	30	183	65	99	125	39996	7679	13,72
29.5.2015	5.6.2015	Dexcom	43	6,4	M	1964	51	198	113	65	153	68756	10785	9,85
2.6.2015	4.6.2015	Guardian REAL-Time	44	2,0	M	1991	24	170	70	70	48	31834	15917	8,83
5.6.2015	7.6.2015	Paradigm Veo - 554	45	2,6	F	1980	35	156	50	53	62	43705	16918	8,30
12.6.2015	18.6.2015	Guardian REAL-Time	46	5,8	F	1986	29	172	62	51	139	60113	10379	7,17
5.6.2015	11.6.2015	Dexcom	47	5,9	F	1983	32	165	70	83	141	9354	1592	11,34
5.6.2015	16.6.2015	Dexcom	48	11,5	M	1975	40	181	82	45	277	180942	15677	6,74
24.4.2015	29.4.2015	Guardian REAL-Time	49	5,0	F	1981	34	168	70	56	120	34476	6895	9,17
29.5.2015	4.6.2015	Guardian REAL-Time	50	6,0	F	1981	34	168	70	56	144	32612	5435	8,72
15.5.2015	20.5.2015	Guardian REAL-Time	51	4,5	F	1982	33	163	80	74	107	46097	10340	7,17
20.3.2015	21.3.2015	Guardian REAL-Time	52	1,0	F	1981	34	168	70	56	24	6986	6986	5,41
3.4.2015	10.4.2015	Dexcom	53	6,8	F	1993	22	185	74	78	164	101105	14796	11,82
10.4.2015	16.4.2015	Dexcom	54	6,1	M	1966	49	170	100	86	147	41302	6743	9,96
10.4.2015	16.4.2015	Dexcom	55	6,4	M	1964	51	182	62	51	153	122410	19202	6,91
22.4.2015	28.4.2015	Guardian REAL-Time	56	6,3	M	1991	24	170	68	87	150	67590	10814	7,66
3.7.2015	6.7.2015	Guardian REAL-Time	57	3,3	M	1986	29	185	78	68	78	33546	10322	8,37
10.7.2015	13.7.2015	Guardian REAL-Time	58	3,5	M	1990	25	166	70	84	85	70191	19819	9,29
15.6.2015	18.6.2015	Dexcom	59	3,8	F	1984	31	181	93	34	92	3393	885	9,97
10.7.2015	13.7.2015	Guardian REAL-Time	60	3,0	F	1980	35	178	77	51	72	44203	14734	9,02
10.7.2015	16.7.2015	Dexcom	61	6,5	M	1966	49	170	99	83	155	38084	5897	9,04
28.8.2015	2.9.2015	Paradigm Veo - 554	62	5,3	F	1987	28	165	80	78	126	40276	7672	9,74
4.9.2015	7.9.2015	Paradigm Veo - 554	63	3,0	F	1980	35	160	49	64	72	35998	11999	7,19
11.9.2015	17.9.2015	Guardian REAL-Time	64	6,3	M	1991	24	170	68	88	150	91901	14704	8,41
9.10.2015	15.10.2015	Dexcom	65	5,8	M	1966	49	170	99	83	140	25297	4337	9,31
9.10.2015	13.10.2015	Guardian REAL-Time	66	3,8	M	1990	25	166	68	87	90	42645	11372	9,24
30.10.2015	4.11.2015	Guardian REAL-Time	67	5,5	F	1984	31	170	65	75	132	48670	8849	9,75
30.10.2015	5.11.2015	Guardian REAL-Time	68	4,3	M	1986	29	185	78	56	102	43301	10188	10,43
6.11.2015	10.11.2015	Guardian REAL-Time	69	4,5	F	1992	23	172	70	66	109	41915	9229	9,44
6.11.2015	9.11.2015	Guardian REAL-Time	70	3,0	M	1964	51	182	63	51	72	58014	19338	5,73
23.10.2015	29.10.2015	Guardian REAL-Time	71	6,0	M	1984	31	192	74	31	143	92301	15491	5,63
23.10.2015	26.10.2015	Guardian REAL-Time	72	3,3	F	1992	23	172	70	66	78	34232	10533	10,57

Příloha 1: Soubor analyzovaných dat

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^2$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	10820	7,86 mmol·l ⁻¹	-775	-0,69	533,509	-221297,173	6,0105E+05	2,2459E+09	4,7355E-01	2,0922E+02	685481,56
2	11329	8,36 mmol·l ⁻¹	-267	-0,19	51,491		7,1058E+04		3,7312E-02		
3	18367	9,57 mmol·l ⁻¹	6772	1,02	6902,002		4,5862E+07		1,0387E+00		
4	33070	6,76 mmol·l ⁻¹	21475	-1,79	-38415,252		4,6117E+08		3,2000E+00		
5	7084	11,65 mmol·l ⁻¹	-4512	3,10	-13980,674		2,0354E+07		9,6031E+00		
6	7217	8,56 mmol·l ⁻¹	-4378	0,01	-45,251		1,9168E+07		1,0683E-04		
7	10072	9,65 mmol·l ⁻¹	-1523	1,10	-1667,728		2,3191E+06		1,1993E+00		
8	15790	8,61 mmol·l ⁻¹	4195	0,06	260,786		1,7598E+07		3,8647E-03		
9	12381	7,00 mmol·l ⁻¹	786	-1,55	-1219,549		6,1707E+05		2,4102E+00		
10	5025	8,89 mmol·l ⁻¹	-6571	0,34	-2238,234		4,3173E+07		1,1604E-01		
11	11989	6,78 mmol·l ⁻¹	393	-1,77	-696,539		1,5462E+05		3,1379E+00		
12	15713	7,64 mmol·l ⁻¹	4118	-0,91	-3745,642		1,6956E+07		8,2742E-01		
13	12206	8,94 mmol·l ⁻¹	610	0,39	236,921		3,7252E+05		1,5068E-01		
14	11778	11,02 mmol·l ⁻¹	183	2,47	451,534		3,3348E+04		6,1139E+00		
15	10695	8,06 mmol·l ⁻¹	-900	-0,49	439,538		8,1039E+05		2,3840E-01		
16	8456	7,79 mmol·l ⁻¹	-3139	-0,76	2375,950		9,8562E+06		5,7275E-01		
17	7394	8,05 mmol·l ⁻¹	-4201	-0,50	2117,027		1,7652E+07		2,5390E-01		
18	24101	5,69 mmol·l ⁻¹	12505	-2,86	-35801,189		1,5638E+08		8,1960E+00		
19	7660	6,87 mmol·l ⁻¹	-3936	-1,68	6620,919		1,5489E+07		2,8302E+00		
20	14206	7,94 mmol·l ⁻¹	2611	-0,61	-1593,311		6,8175E+06		3,7237E-01		
21	10874	9,80 mmol·l ⁻¹	-722	1,25	-902,522		5,2074E+05		1,5642E+00		
22	6147	9,73 mmol·l ⁻¹	-5448	1,18	-6430,845		2,9681E+07		1,3933E+00		
23	14218	8,28 mmol·l ⁻¹	2622	-0,27	-700,862		6,8764E+06		7,1433E-02		
24	15686	6,46 mmol·l ⁻¹	4091	-2,09	-8539,335		1,6738E+07		4,3567E+00		
25	4241	8,40 mmol·l ⁻¹	-7354	-0,15	1100,583		5,4081E+07		2,2398E-02		
26	5604	6,80 mmol·l ⁻¹	-5992	-1,76	10517,869		3,5900E+07		3,0815E+00		
27	7471	14,03 mmol·l ⁻¹	-4124	5,48	-22620,054		1,7011E+07		3,0078E+01		
28	12036	7,00 mmol·l ⁻¹	441	-1,55	-683,068		1,9447E+05		2,3992E+00		
29	5884	8,20 mmol·l ⁻¹	-5712	-0,35	2026,517		3,2623E+07		1,2589E-01		
30	13783	10,88 mmol·l ⁻¹	2187	2,33	5099,453		4,7839E+06		5,4358E+00		
31	9954	7,12 mmol·l ⁻¹	-1641	-1,43	2352,660		2,6941E+06		2,0545E+00		
32	10872	8,37 mmol·l ⁻¹	-723	-0,18	127,781		5,2262E+05		3,1243E-02		
33	11974	7,49 mmol·l ⁻¹	378	-1,06	-401,497		1,4303E+05		1,1270E+00		
34	10368	8,21 mmol·l ⁻¹	-1227	-0,34	419,157		1,5063E+06		1,1664E-01		
35	31017	7,76 mmol·l ⁻¹	19421	-0,79	-15304,033		3,7719E+08		6,2094E-01		
36	11078	6,60 mmol·l ⁻¹	-517	-1,95	1010,501		2,6758E+05		3,8161E+00		
37	14210	10,25 mmol·l ⁻¹	2615	1,70	4455,619		6,8364E+06		2,9040E+00		
38	11877	8,57 mmol·l ⁻¹	282	0,02	4,527		7,9585E+04		2,5750E-04		
39	16842	8,33 mmol·l ⁻¹	5246	-0,22	-1137,978		2,7525E+07		4,7048E-02		
40	5577	7,12 mmol·l ⁻¹	-6018	-1,43	8620,003		3,6215E+07		2,0517E+00		
41	14269	6,63 mmol·l ⁻¹	2674	-1,92	-5142,545		7,1478E+06		3,6999E+00		
42	7679	13,72 mmol·l ⁻¹	-3916	5,17	-20227,564		1,5336E+07		2,6680E+01		
43	10785	9,85 mmol·l ⁻¹	-810	1,30	-1054,953		6,5618E+05		1,6961E+00		
44	15917	8,83 mmol·l ⁻¹	4322	0,28	1206,897		1,8677E+07		7,7989E-02		
45	16918	8,30 mmol·l ⁻¹	5323	-0,25	-1308,939		2,8332E+07		6,0473E-02		
46	10379	7,17 mmol·l ⁻¹	-1216	-1,38	1678,429		1,4788E+06		1,9049E+00		
47	1592	11,34 mmol·l ⁻¹	-10003	2,79	-27870,149		1,0006E+08		7,7626E+00		
48	15677	6,74 mmol·l ⁻¹	4082	-1,81	-7380,524		1,6663E+07		3,2691E+00		
49	6895	9,17 mmol·l ⁻¹	-4700	0,62	-2929,870		2,2091E+07		3,8858E-01		
50	5435	8,72 mmol·l ⁻¹	-6160	0,16	-1014,993		3,7945E+07		2,7150E-02		
51	10340	7,17 mmol·l ⁻¹	-1256	-1,38	1727,782		1,5770E+06		1,8930E+00		
52	6986	5,41 mmol·l ⁻¹	-4609	-3,14	14456,098		2,1246E+07		9,8363E+00		
53	14796	11,82 mmol·l ⁻¹	3201	3,27	10477,138		1,0244E+07		1,0716E+01		
54	6743	9,96 mmol·l ⁻¹	-4852	1,41	-6828,080		2,3543E+07		1,9803E+00		
55	19202	6,91 mmol·l ⁻¹	7606	-1,64	-12460,325		5,7855E+07		2,6836E+00		
56	10814	7,66 mmol·l ⁻¹	-781	-0,89	695,614		6,0981E+05		7,9349E-01		
57	10322	8,37 mmol·l ⁻¹	-1273	-0,19	236,312		1,6217E+06		3,4435E-02		
58	19819	9,29 mmol·l ⁻¹	8223	0,73	6041,553		6,7623E+07		5,3976E-01		
59	885	9,97 mmol·l ⁻¹	-10710	1,42	-15216,709		1,1471E+08		2,0186E+00		
60	14734	9,02 mmol·l ⁻¹	3139	0,47	1472,873		9,8535E+06		2,2016E-01		
61	5897	9,04 mmol·l ⁻¹	-5698	0,49	-2780,175		3,2472E+07		2,3803E-01		
62	7672	9,74 mmol·l ⁻¹	-3924	1,19	-4654,042		1,5395E+07		1,4069E+00		
63	11999	7,19 mmol·l ⁻¹	404	-1,36	-548,986		1,6324E+05		1,8463E+00		
64	14704	8,41 mmol·l ⁻¹	3109	-0,14	-435,267		9,6650E+06		1,9602E-02		
65	4337	9,31 mmol·l ⁻¹	-7259	0,76	-5492,538		5,2688E+07		5,7257E-01		
66	11372	9,24 mmol·l ⁻¹	-223	0,69	-154,760		4,9864E+04		4,8032E-01		
67	8849	9,75 mmol·l ⁻¹	-2746	1,20	-3302,885		7,5417E+06		1,4465E+00		
68	10188	10,43 mmol·l ⁻¹	-1407	1,88	-2638,951		1,9792E+06		3,5187E+00		
69	9229	9,44 mmol·l ⁻¹	-2366	0,89	-2114,150		5,5994E+06		7,9823E-01		
70	19338	5,73 mmol·l ⁻¹	7743	-2,82	-21821,060		5,9949E+07		7,9427E+00		
71	15491	5,63 mmol·l ⁻¹	3896	-2,92	-11368,780		1,5177E+07		8,5161E+00		
72	10533	10,57 mmol·l ⁻¹	-1062	2,02	-2144,405		1,1286E+06		4,0743E+00		
Průměr	\bar{x} 11595	\bar{y} 8,55 mmol·l ⁻¹									

r	-0,3228
T	-2,8538

Příloha 2: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	10820	7,86	-701	-0,86	603,464	-103305,502	4,9123E+05	1,4290E+09	7,4135E-01	1,1485E+02	405113,65
2	11329	8,36	-192	-0,37	70,231		3,6816E+04		1,3397E-01		
3	33070	6,76	21549	-1,96	-42273,020		4,6436E+08		3,8483E+00		
4	7084	11,65	-4437	2,93	-12982,409		1,9686E+07		8,5616E+00		
5	7217	8,56	-4304	-0,16	699,496		1,8523E+07		2,6415E-02		
6	10072	9,65	-1449	0,92	-1336,242		2,0992E+06		8,5057E-01		
7	15790	8,61	4269	-0,11	-472,577		1,8225E+07		1,2254E-02		
8	11989	6,78	468	-1,94	-910,159		2,1914E+05		3,7802E+00		
9	12206	8,94	685	0,22	147,518		4,6940E+05		4,6361E-02		
10	10695	8,06	-826	-0,66	546,003		6,8207E+05		4,3708E-01		
11	14206	7,94	2685	-0,78	-2102,683		7,2099E+06		6,1322E-01		
12	10874	9,80	-647	1,08	-697,214		4,1845E+05		1,1617E+00		
13	14218	8,28	2697	-0,44	-1187,094		7,2745E+06		1,9372E-01		
14	5604	6,80	-5917	-1,93	11409,332		3,5009E+07		3,7182E+00		
15	7471	14,03	-4050	5,31	-21510,850		1,6401E+07		2,8212E+01		
16	12036	7,00	515	-1,72	-886,944		2,6535E+05		2,9646E+00		
17	13783	10,88	2262	2,16	4883,056		5,1172E+06		4,6596E+00		
18	10872	8,37	-649	-0,35	226,860		4,2104E+05		1,2223E-01		
19	11974	7,49	453	-1,23	-559,368		2,0532E+05		1,5239E+00		
20	10368	8,21	-1153	-0,51	593,027		1,3291E+06		2,6460E-01		
21	31017	7,76	19496	-0,96	-18733,053		3,8010E+08		9,2325E-01		
22	14210	10,25	2689	1,53	4117,693		7,2314E+06		2,3447E+00		
23	16842	8,33	5321	-0,39	-2074,007		2,8314E+07		1,5192E-01		
24	5577	7,12	-5944	-1,61	9541,430		3,5330E+07		2,5768E+00		
25	14269	6,63	2748	-2,10	-5761,075		7,5522E+06		4,3947E+00		
26	16918	8,30	5397	-0,42	-2260,189		2,9129E+07		1,7537E-01		
27	10379	7,17	-1142	-1,55	1773,400		1,3039E+06		2,4120E+00		
28	1592	11,34	-9929	2,61	-25946,925		9,8583E+07		6,8292E+00		
29	6895	9,17	-4626	0,45	-2083,958		2,1399E+07		2,0295E-01		
30	5435	8,72	-6086	-0,01	49,237		3,7038E+07		6,5454E-05		
31	10340	7,17	-1181	-1,55	1828,841		1,3945E+06		2,3985E+00		
32	6986	5,41	-4535	-3,31	15006,584		2,0565E+07		1,0950E+01		
33	14796	11,82	3275	3,10	10155,110		1,0726E+07		9,6142E+00		
34	885	9,97	-10636	1,25	-13272,603		1,1312E+08		1,5573E+00		
35	14734	9,02	3213	0,30	952,208		1,0324E+07		8,7823E-02		
36	7672	9,74	-3849	1,01	-3899,981		1,4814E+07		1,0267E+00		
37	11999	7,19	478	-1,53	-732,313		2,2860E+05		2,3459E+00		
38	8849	9,75	-2672	1,03	-2751,612		7,1389E+06		1,0606E+00		
39	9229	9,44	-2292	0,72	-1651,466		5,2527E+06		5,1923E-01		
40	10533	10,57	-988	1,85	-1823,252		9,7590E+05		3,4064E+00		
Průměr	\bar{x}	11521	\bar{y}	8,72	mmol·l ⁻¹						

r	-0,2550
T	-1,6257

Příloha 3: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- ženy.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina	
1	18367	9,57	mmol·l ⁻¹	6679	1,24	8249,846	-116834,946	4,4604E+07	8,1648E+08	1,5259E+00	9,1677E+01	273590,72
2	12381	7,00	mmol·l ⁻¹	693	-1,34	-925,677		4,7977E+05		1,7860E+00		
3	5025	8,89	mmol·l ⁻¹	-6663	0,56	-3709,620		4,4400E+07		3,0994E-01		
4	15713	7,64	mmol·l ⁻¹	4025	-0,69	-2791,297		1,6198E+07		4,8101E-01		
5	11778	11,02	mmol·l ⁻¹	90	2,69	241,059		8,0382E+03		7,2291E+00		
6	8456	7,79	mmol·l ⁻¹	-3232	-0,54	1747,800		1,0448E+07		2,9238E-01		
7	7394	8,05	mmol·l ⁻¹	-4294	-0,29	1235,939		1,8441E+07		8,2832E-02		
8	24101	5,69	mmol·l ⁻¹	12413	-2,65	-32853,669		1,5407E+08		7,0055E+00		
9	7660	6,87	mmol·l ⁻¹	-4028	-1,47	5906,487		1,6228E+07		2,1498E+00		
10	6147	9,73	mmol·l ⁻¹	-5541	1,40	-7738,342		3,0706E+07		1,9501E+00		
11	15686	6,46	mmol·l ⁻¹	3998	-1,87	-7480,338		1,5981E+07		3,5013E+00		
12	4241	8,40	mmol·l ⁻¹	-7447	0,07	-494,656		5,5463E+07		4,4117E-03		
13	5884	8,20	mmol·l ⁻¹	-5804	-0,14	805,213		3,3690E+07		1,9245E-02		
14	9954	7,12	mmol·l ⁻¹	-1734	-1,22	2111,147		3,0079E+06		1,4817E+00		
15	11078	6,60	mmol·l ⁻¹	-610	-1,74	1060,408		3,7252E+05		3,0185E+00		
16	11877	8,57	mmol·l ⁻¹	189	0,23	43,792		3,5591E+04		5,3882E-02		
17	7679	13,72	mmol·l ⁻¹	-4009	5,38	-21575,680		1,6075E+07		2,8959E+01		
18	10785	9,85	mmol·l ⁻¹	-903	1,52	-1371,649		8,1603E+05		2,3056E+00		
19	15917	8,83	mmol·l ⁻¹	4229	0,50	2094,635		1,7882E+07		2,4536E-01		
20	15677	6,74	mmol·l ⁻¹	3989	-1,59	-6349,919		1,5909E+07		2,5344E+00		
21	6743	9,96	mmol·l ⁻¹	-4945	1,62	-8027,853		2,4456E+07		2,6352E+00		
22	19202	6,91	mmol·l ⁻¹	7514	-1,42	-10685,075		5,6455E+07		2,0223E+00		
23	10814	7,66	mmol·l ⁻¹	-874	-0,67	589,923		7,6448E+05		4,5523E-01		
24	10322	8,37	mmol·l ⁻¹	-1366	0,03	-41,689		1,8669E+06		9,3093E-04		
25	19819	9,29	mmol·l ⁻¹	8131	0,95	7730,325		6,6108E+07		9,0395E-01		
26	5897	9,04	mmol·l ⁻¹	-5791	0,70	-4076,894		3,3540E+07		4,9556E-01		
27	14704	8,41	mmol·l ⁻¹	3016	0,08	229,401		9,0942E+06		5,7867E-03		
28	4337	9,31	mmol·l ⁻¹	-7351	0,97	-7151,128		5,4042E+07		9,4627E-01		
29	11372	9,24	mmol·l ⁻¹	-316	0,91	-287,598		1,0007E+05		8,2652E-01		
30	10188	10,43	mmol·l ⁻¹	-1500	2,09	-3138,554		2,2510E+06		4,3760E+00		
31	19338	5,73	mmol·l ⁻¹	7650	-2,60	-19905,917		5,8517E+07		6,7714E+00		
32	15491	5,63	mmol·l ⁻¹	3803	-2,70	-10275,366		1,4460E+07		7,3016E+00		
Průměr	\bar{x}	11688	\bar{y}	8,33	mmol·l ⁻¹							

r	-0,4270
T	-2,5867

Příloha 4: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- muži.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma (x_i^2)$	x_i^2	Σx_i^2	y_i^2	Σy_i^2	odmocnina	
1	10188	10,43	mmol·l ⁻¹	-1294	1,54	-1994,921	-10401,902	1,6750E+06	7,3483E+08	2,3760E+00	6,1764E+01	213039,88
2	10322	8,37	mmol·l ⁻¹	-1160	-0,52	603,258		1,3461E+06		2,7036E-01		
3	10379	7,17	mmol·l ⁻¹	-1103	-1,71	1891,546		1,2171E+06		2,9398E+00		
4	4241	8,40	mmol·l ⁻¹	-7241	-0,48	3505,088		5,2435E+07		2,3430E-01		
5	7672	9,74	mmol·l ⁻¹	-3810	0,85	-3245,352		1,4518E+07		7,2548E-01		
6	31017	7,76	mmol·l ⁻¹	19535	-1,12	-21925,590		3,8161E+08		1,2598E+00		
7	5884	8,20	mmol·l ⁻¹	-5598	-0,69	3858,250		3,1340E+07		4,7499E-01		
8	11372	9,24	mmol·l ⁻¹	-110	0,36	-39,528		1,2146E+04		1,2864E-01		
9	19819	9,29	mmol·l ⁻¹	8337	0,40	3337,175		6,9502E+07		1,6024E-01		
10	12381	7,00	mmol·l ⁻¹	899	-1,89	-1695,916		8,0783E+05		3,5603E+00		
11	14704	8,41	mmol·l ⁻¹	3222	-0,47	-1528,411		1,0380E+07		2,2505E-01		
12	10814	7,66	mmol·l ⁻¹	-668	-1,23	818,670		4,4650E+05		1,5010E+00		
13	15917	8,83	mmol·l ⁻¹	4435	-0,06	-244,467		1,9667E+07		3,0387E-03		
14	10533	10,57	mmol·l ⁻¹	-949	1,68	-1598,566		9,0100E+05		2,8362E+00		
15	9229	9,44	mmol·l ⁻¹	-2253	0,56	-1259,651		5,0769E+06		3,1253E-01		
16	5577	7,12	mmol·l ⁻¹	-5905	-1,77	10433,207		3,4871E+07		3,1215E+00		
17	14206	7,94	mmol·l ⁻¹	2724	-0,94	-2572,926		7,4190E+06		8,9229E-01		
18	15790	8,61	mmol·l ⁻¹	4308	-0,27	-1172,680		1,8557E+07		7,4105E-02		
19	10072	9,65	mmol·l ⁻¹	-1410	0,76	-1072,796		1,9887E+06		5,7872E-01		
20	14796	11,82	mmol·l ⁻¹	3314	2,94	9739,738		1,0981E+07		8,6386E+00		
21	10368	8,21	mmol·l ⁻¹	-1114	-0,68	753,112		1,2415E+06		4,5686E-01		
22	7471	14,03	mmol·l ⁻¹	-4011	5,15	-20657,557		1,6090E+07		2,6522E+01		
23	5604	6,80	mmol·l ⁻¹	-5878	-2,09	12284,258		3,4553E+07		4,3672E+00		
24	7217	8,56	mmol·l ⁻¹	-4265	-0,32	1382,156		1,8192E+07		1,0501E-01		
Průměr	\bar{x}	11482	\bar{y}	8,88	mmol·l ⁻¹							

r	-0,0488
T	-0,2293

Příloha 5: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- Méně než 29 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina	
1	7394	8,05	mmol·l ⁻¹	-3239	-0,61	1981,155	-48573,955	1,0489E+07	4,5449E+08	3,7419E-01	8,6943E+01	198784,18
2	8456	7,79	mmol·l ⁻¹	-2177	-0,86	1882,052		4,7382E+06		7,4757E-01		
3	11999	7,19	mmol·l ⁻¹	1366	-1,47	-2003,763		1,8667E+06		2,1509E+00		
4	14734	9,02	mmol·l ⁻¹	4101	0,36	1482,158		1,6820E+07		1,3060E-01		
5	16918	8,30	mmol·l ⁻¹	6285	-0,35	-2223,326		3,9505E+07		1,2513E-01		
6	11974	7,49	mmol·l ⁻¹	1341	-1,17	-1568,518		1,7990E+06		1,3676E+00		
7	6986	5,41	mmol·l ⁻¹	-3647	-3,24	11830,396		1,3299E+07		1,0524E+01		
8	5435	8,72	mmol·l ⁻¹	-5198	0,06	-296,011		2,7016E+07		3,2433E-03		
9	6895	9,17	mmol·l ⁻¹	-3738	0,52	-1926,952		1,3971E+07		2,6578E-01		
10	11078	6,60	mmol·l ⁻¹	445	-2,06	-917,831		1,9826E+05		4,2489E+00		
11	12206	8,94	mmol·l ⁻¹	1573	0,28	441,075		2,4752E+06		7,8599E-02		
12	10820	7,86	mmol·l ⁻¹	187	-0,80	-149,062		3,5070E+04		6,3358E-01		
13	10340	7,17	mmol·l ⁻¹	-293	-1,48	434,318		8,5691E+04		2,2013E+00		
14	14210	10,25	mmol·l ⁻¹	3577	1,60	5710,321		1,2797E+07		2,5481E+00		
15	15686	6,46	mmol·l ⁻¹	5053	-2,20	-11092,340		2,5536E+07		4,8184E+00		
16	18367	9,57	mmol·l ⁻¹	7734	0,91	7048,660		5,9819E+07		8,3057E-01		
17	1592	11,34	mmol·l ⁻¹	-9041	2,68	-24213,969		8,1735E+07		7,1734E+00		
18	10872	8,37	mmol·l ⁻¹	239	-0,28	-68,091		5,7250E+04		8,0985E-02		
19	11329	8,36	mmol·l ⁻¹	696	-0,30	-209,567		4,8479E+05		9,0592E-02		
20	15491	5,63	mmol·l ⁻¹	4858	-3,03	-14701,394		2,3603E+07		9,1570E+00		
21	8849	9,75	mmol·l ⁻¹	-1784	1,09	-1952,978		3,1817E+06		1,1988E+00		
22	885	9,97	mmol·l ⁻¹	-9748	1,31	-12798,276		9,5018E+07		1,7238E+00		
23	13783	10,88	mmol·l ⁻¹	3150	2,22	7005,112		9,9242E+06		4,9446E+00		
24	7679	13,72	mmol·l ⁻¹	-2954	5,06	-14938,342		8,7245E+06		2,5578E+01		
25	10695	8,06	mmol·l ⁻¹	62	-0,60	-37,117		3,8775E+03		3,5531E-01		
26	11778	11,02	mmol·l ⁻¹	1145	2,36	2708,334		1,3116E+06		5,5923E+00		
Průměr	\bar{x} 10633	\bar{y} 8,66	mmol·l ⁻¹									

r	-0,2444
T	-1,2345

Příloha 6: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- 30- 39 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina	
1	4337	9,31	mmol·l ⁻¹	-7031	0,79	-5573,179	-86423,607	4,9428E+07	7,0585E+08	6,2839E-01	2,5708E+01	134708,41
2	5897	9,04	mmol·l ⁻¹	-5471	0,52	-2866,064		2,9927E+07		2,7448E-01		
3	6743	9,96	mmol·l ⁻¹	-4625	1,44	-6674,415		2,1386E+07		2,0830E+00		
4	7084	11,65	mmol·l ⁻¹	-4284	3,13	-13428,517		1,8349E+07		9,8277E+00		
5	15713	7,64	mmol·l ⁻¹	4345	-0,87	-3796,212		1,8883E+07		7,6318E-01		
6	12036	7,00	mmol·l ⁻¹	668	-1,51	-1011,327		4,4684E+05		2,2889E+00		
7	33070	6,76	mmol·l ⁻¹	21702	-1,75	-38040,462		4,7100E+08		3,0724E+00		
8	9954	7,12	mmol·l ⁻¹	-1414	-1,40	1975,158		1,9981E+06		1,9525E+00		
9	5025	8,89	mmol·l ⁻¹	-6343	0,38	-2389,018		4,0228E+07		1,4188E-01		
10	14218	8,28	mmol·l ⁻¹	2850	-0,23	-659,158		8,1251E+06		5,3475E-02		
11	11877	8,57	mmol·l ⁻¹	509	0,05	26,528		2,5955E+05		2,7114E-03		
12	15677	6,74	mmol·l ⁻¹	4309	-1,77	-7636,578		1,8571E+07		3,1402E+00		
13	6147	9,73	mmol·l ⁻¹	-5221	1,22	-6350,364		2,7254E+07		1,4797E+00		
Průměr	\bar{x} 11368	\bar{y} 8,51	mmol·l ⁻¹									

r	-0,6416
T	-2,7739

Příloha 7: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věk 40 - 49 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná glykémie (y_i)	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina	
1	10874	9,80	mmol·l ⁻¹	-4133	2,40	-9926,000	-37056,396	1,7079E+07	2,2096E+08	5,7688E+00	1,9871E+01	66262,69
2	16842	8,33	mmol·l ⁻¹	1835	0,93	1714,663		3,3684E+06		8,7283E-01		
3	14269	6,63	mmol·l ⁻¹	-738	-0,77	569,734		5,4415E+05		5,9652E-01		
4	7660	6,87	mmol·l ⁻¹	-7347	-0,53	3902,209		5,3974E+07		2,8212E-01		
5	11989	6,78	mmol·l ⁻¹	-3018	-0,62	1871,694		9,1063E+06		3,8470E-01		
6	19338	5,73	mmol·l ⁻¹	4331	-1,67	-7220,849		1,8760E+07		2,7793E+00		
7	19202	6,91	mmol·l ⁻¹	4195	-0,49	-2043,164		1,7601E+07		2,3718E-01		
8	10785	9,85	mmol·l ⁻¹	-4222	2,45	-10357,825		1,7822E+07		6,0196E+00		
9	24101	5,69	mmol·l ⁻¹	9094	-1,71	-15566,857		8,2707E+07		2,9299E+00		
Průměr	\bar{x} 15007	\bar{y} 7,40	mmol·l ⁻¹									

r	-0,5592
T	-1,7848

Příloha 8: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykémie v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- Více než 50 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (xs)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - z$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*$	x_i^2	Σx^2	y_i^2	Σy^2	odmocnina
1	10820	50 mmol·mol ⁻¹	-775	-18,36	14234,944	-1452015,689	6,0105E+05	2,2459E+09	3,3713E+02	2,3779E+04	7307880,37
2	11329	56 mmol·mol ⁻¹	-267	-12,36	3295,072		7,1058E+04		1,5280E+02		
3	18367	75 mmol·mol ⁻¹	6772	6,64	44959,447		4,5862E+07		4,4075E+01		
4	33070	68 mmol·mol ⁻¹	21475	-0,36	-7754,836		4,6117E+08		1,3040E-01		
5	7084	97 mmol·mol ⁻¹	-4512	28,64	-129204,714		2,0354E+07		8,2019E+02		
6	7217	102 mmol·mol ⁻¹	-4378	33,64	-147274,496		1,9168E+07		1,1316E+03		
7	10072	61 mmol·mol ⁻¹	-1523	-7,36	11209,985		2,3191E+06		5,4186E+01		
8	15790	65 mmol·mol ⁻¹	4195	-3,36	-14099,736		1,7598E+07		1,1297E+01		
9	12381	50 mmol·mol ⁻¹	786	-18,36	-14423,408		6,1707E+05		3,3713E+02		
10	5025	82 mmol·mol ⁻¹	-6571	13,64	-89616,169		4,3173E+07		1,8602E+02		
11	11989	51 mmol·mol ⁻¹	393	-17,36	-6826,616		1,5462E+05		3,0141E+02		
12	15713	142 mmol·mol ⁻¹	4118	73,64	303228,349		1,6956E+07		5,4227E+03		
13	12206	58 mmol·mol ⁻¹	610	-10,36	-6323,817		3,7252E+05		1,0735E+02		
14	11778	77 mmol·mol ⁻¹	183	8,64	1577,575		3,3348E+04		7,4630E+01		
15	10695	51 mmol·mol ⁻¹	-900	-17,36	15628,760		8,1039E+05		3,0141E+02		
16	8456	58 mmol·mol ⁻¹	-3139	-10,36	32528,351		9,8562E+06		1,0735E+02		
17	7394	73 mmol·mol ⁻¹	-4201	4,64	-19489,881		1,7652E+07		2,1519E+01		
18	24101	49 mmol·mol ⁻¹	12505	-19,36	-242117,749		1,5638E+08		3,7485E+02		
19	7660	55 mmol·mol ⁻¹	-3936	-13,36	52584,122		1,5489E+07		1,7852E+02		
20	14206	80 mmol·mol ⁻¹	2611	11,64	30389,500		6,8175E+06		1,3546E+02		
21	10874	88 mmol·mol ⁻¹	-722	19,64	-14171,893		5,2074E+05		3,8569E+02		
22	6147	100 mmol·mol ⁻¹	-5448	31,64	-172370,028		2,9681E+07		1,0010E+03		
23	14218	71 mmol·mol ⁻¹	2622	2,64	6919,952		6,8764E+06		6,9637E+00		
24	15686	64 mmol·mol ⁻¹	4091	-4,36	-17842,051		1,6738E+07		1,9019E+01		
25	4241	55 mmol·mol ⁻¹	-7354	-13,36	98257,351		5,4081E+07		1,7852E+02		
26	5604	90 mmol·mol ⁻¹	-5992	21,64	-129653,685		3,5900E+07		4,6824E+02		
27	7471	70 mmol·mol ⁻¹	-4124	1,64	-6759,556		1,7011E+07		2,6860E+00		
28	12036	80 mmol·mol ⁻¹	441	11,64	5132,638		1,9447E+05		1,3546E+02		
29	5884	65 mmol·mol ⁻¹	-5712	-3,36	19197,474		3,2623E+07		1,1297E+01		
30	13783	83 mmol·mol ⁻¹	2187	14,64	32018,463		4,7839E+06		2,1430E+02		
31	9954	81 mmol·mol ⁻¹	-1641	12,64	-20745,276		2,6941E+06		1,5974E+02		
32	10872	73 mmol·mol ⁻¹	-723	4,64	-3353,552		5,2262E+05		2,1519E+01		
33	11974	36 mmol·mol ⁻¹	378	-32,36	-12238,898		1,4303E+05		1,0472E+03		
34	10368	60 mmol·mol ⁻¹	-1227	-8,36	10261,611		1,5063E+06		6,9908E+01		
35	31017	42 mmol·mol ⁻¹	19421	-26,36	-511970,342		3,7719E+08		6,9491E+02		
36	11078	79 mmol·mol ⁻¹	-517	10,64	-5503,333		2,6758E+05		1,1319E+02		
37	14210	60 mmol·mol ⁻¹	2615	-8,36	-21861,326		6,8364E+06		6,9908E+01		
38	11877	70 mmol·mol ⁻¹	282	1,64	462,343		7,9585E+04		2,6860E+00		
39	16842	58 mmol·mol ⁻¹	5246	-10,36	-54358,697		2,7525E+07		1,0735E+02		
40	5577	70 mmol·mol ⁻¹	-6018	1,64	-9862,687		3,6215E+07		2,6860E+00		
41	14269	52 mmol·mol ⁻¹	2674	-16,36	-43741,939		7,1478E+06		2,6769E+02		
42	7679	99 mmol·mol ⁻¹	-3916	30,64	-119984,042		1,5336E+07		9,3874E+02		
43	10785	65 mmol·mol ⁻¹	-810	-3,36	2722,659		6,5618E+05		1,1297E+01		
44	15917	70 mmol·mol ⁻¹	4322	1,64	7082,782		1,8677E+07		2,6860E+00		
45	16918	53 mmol·mol ⁻¹	5323	-15,36	-81763,542		2,8332E+07		2,3596E+02		
46	10379	51 mmol·mol ⁻¹	-1216	-17,36	21112,487		1,4788E+06		3,0141E+02		
47	1592	83 mmol·mol ⁻¹	-10003	14,64	-146434,739		1,0006E+08		2,1430E+02		
48	15677	45 mmol·mol ⁻¹	4082	-23,36	-95359,656		1,6663E+07		5,4574E+02		
49	6895	56 mmol·mol ⁻¹	-4700	-12,36	58098,487		2,2091E+07		1,5280E+02		
50	5435	56 mmol·mol ⁻¹	-6160	-12,36	76144,061		3,7945E+07		1,5280E+02		
51	10340	74 mmol·mol ⁻¹	-1256	5,64	-7081,250		1,5770E+06		3,1797E+01		
52	6986	56 mmol·mol ⁻¹	-4609	-12,36	56976,098		2,1246E+07		1,5280E+02		
53	14796	78 mmol·mol ⁻¹	3201	9,64	30849,759		1,0244E+07		9,2908E+01		
54	6743	86 mmol·mol ⁻¹	-4852	17,64	-85585,981		2,3543E+07		3,1113E+02		
55	19202	51 mmol·mol ⁻¹	7606	-17,36	-132053,235		5,7855E+07		3,0141E+02		
56	10814	87 mmol·mol ⁻¹	-781	18,64	-14555,151		6,0981E+05		3,4741E+02		
57	10322	68 mmol·mol ⁻¹	-1273	-0,36	459,859		1,6217E+06		1,3040E-01		
58	19819	84 mmol·mol ⁻¹	8223	15,64	128603,791		6,7623E+07		2,4457E+02		
59	885	34 mmol·mol ⁻¹	-10710	-34,36	368013,405		1,1471E+08		1,1807E+03		
60	14734	51 mmol·mol ⁻¹	3139	-17,36	-54497,067		9,8535E+06		3,0141E+02		
61	5897	83 mmol·mol ⁻¹	-5698	14,64	-83418,608		3,2472E+07		2,1430E+02		
62	7672	78 mmol·mol ⁻¹	-3924	9,64	-37819,947		1,5395E+07		9,2908E+01		
63	11999	64 mmol·mol ⁻¹	404	-4,36	-1762,024		1,6324E+05		1,9019E+01		
64	14704	88 mmol·mol ⁻¹	3109	19,64	61054,511		9,6650E+06		3,8569E+02		
65	4337	83 mmol·mol ⁻¹	-7259	14,64	-106258,918		5,2688E+07		2,1430E+02		
66	11372	87 mmol·mol ⁻¹	-223	18,64	-4162,106		4,9864E+04		3,4741E+02		
67	8849	75 mmol·mol ⁻¹	-2746	6,64	-18231,792		7,5417E+06		4,4075E+01		
68	10188	56 mmol·mol ⁻¹	-1407	-12,36	17390,003		1,9792E+06		1,5280E+02		
69	9229	66 mmol·mol ⁻¹	-2366	-2,36	5587,124		5,5994E+06		5,5748E+00		
70	19338	51 mmol·mol ⁻¹	7743	-17,36	-134421,835		5,9949E+07		3,0141E+02		
71	15491	31 mmol·mol ⁻¹	3896	-37,36	-145550,469		1,5177E+07		1,3959E+03		
72	10533	66 mmol·mol ⁻¹	-1062	-2,36	2508,395		1,1286E+06		5,5748E+00		
Průměr	\bar{x}	11595 ± 68 mmol·mol ⁻¹									

r	-0,1987
T	-1,6962

Příloha 9: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^*(0)$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	10820	50 mmol·mol ⁻¹	-701	-15,33	10740,909	-727703,375	4,9123E+05	1,4290E+09	2,3486E+02	9,4628E+03	3677229,53
2	11329	56 mmol·mol ⁻¹	-192	-9,33	1789,234		3,6816E+04		8,6956E+01		
3	33070	68 mmol·mol ⁻¹	21549	2,68	57643,909		4,6436E+08		7,1556E+00		
4	7084	97 mmol·mol ⁻¹	-4437	31,68	-140538,016		1,9686E+07		1,0033E+03		
5	7217	102 mmol·mol ⁻¹	-4304	36,68	-157844,616		1,8523E+07		1,3451E+03		
6	10072	61 mmol·mol ⁻¹	-1449	-4,33	6266,384		2,0992E+06		1,8706E+01		
7	15790	65 mmol·mol ⁻¹	4269	-0,33	-1387,466		1,8225E+07		1,0563E-01		
8	11989	51 mmol·mol ⁻¹	468	-14,33	-6705,891		2,1914E+05		2,0521E+02		
9	12206	58 mmol·mol ⁻¹	685	-7,33	-5018,541		4,6940E+05		5,3656E+01		
10	10695	51 mmol·mol ⁻¹	-826	-14,33	11830,659		6,8207E+05		2,0521E+02		
11	14206	80 mmol·mol ⁻¹	2685	14,68	39404,209		7,2099E+06		2,1536E+02		
12	10874	88 mmol·mol ⁻¹	-647	22,68	-14667,891		4,1845E+05		5,1416E+02		
13	14218	71 mmol·mol ⁻¹	2697	5,68	15306,184		7,2745E+06		3,2206E+01		
14	5604	90 mmol·mol ⁻¹	-5917	24,68	-145998,891		3,5009E+07		6,0886E+02		
15	7471	70 mmol·mol ⁻¹	-4050	4,68	-18933,166		1,6401E+07		2,1856E+01		
16	12036	80 mmol·mol ⁻¹	515	14,68	7559,459		2,6535E+05		2,1536E+02		
17	13783	83 mmol·mol ⁻¹	2262	17,68	39983,059		5,1172E+06		3,1241E+02		
18	10872	73 mmol·mol ⁻¹	-649	7,68	-4980,116		4,2104E+05		5,8906E+01		
19	11974	36 mmol·mol ⁻¹	453	-29,33	-13287,891		2,0532E+05		8,5996E+02		
20	10368	60 mmol·mol ⁻¹	-1153	-5,33	6139,059		1,3291E+06		2,8356E+01		
21	31017	42 mmol·mol ⁻¹	19496	-23,33	-454747,116		3,8010E+08		5,4406E+02		
22	14210	60 mmol·mol ⁻¹	2689	-5,33	-14319,591		7,2314E+06		2,8356E+01		
23	16842	58 mmol·mol ⁻¹	5321	-7,33	-38977,241		2,8314E+07		5,3656E+01		
24	5577	70 mmol·mol ⁻¹	-5944	4,68	-27787,616		3,5330E+07		2,1856E+01		
25	14269	52 mmol·mol ⁻¹	2748	-13,33	-36618,766		7,5522E+06		1,7756E+02		
26	16918	53 mmol·mol ⁻¹	5397	-12,33	-66519,566		2,9129E+07		1,5191E+02		
27	10379	51 mmol·mol ⁻¹	-1142	-14,33	16357,359		1,3039E+06		2,0521E+02		
28	1592	83 mmol·mol ⁻¹	-9929	17,68	-175492,866		9,8583E+07		3,1241E+02		
29	6895	56 mmol·mol ⁻¹	-4626	-9,33	43136,284		2,1399E+07		8,6956E+01		
30	5435	56 mmol·mol ⁻¹	-6086	-9,33	56750,784		3,7038E+07		8,6956E+01		
31	10340	74 mmol·mol ⁻¹	-1181	8,68	-10244,091		1,3945E+06		7,5256E+01		
32	6986	56 mmol·mol ⁻¹	-4535	-9,33	42287,709		2,0565E+07		8,6956E+01		
33	14796	78 mmol·mol ⁻¹	3275	12,68	41512,209		1,0726E+07		1,6066E+02		
34	885	34 mmol·mol ⁻¹	-10636	-31,33	333168,784		1,1312E+08		9,8126E+02		
35	14734	51 mmol·mol ⁻¹	3213	-14,33	-46028,016		1,0324E+07		2,0521E+02		
36	7672	78 mmol·mol ⁻¹	-3849	12,68	-48784,491		1,4814E+07		1,6066E+02		
37	11999	64 mmol·mol ⁻¹	478	-1,33	-633,516		2,2860E+05		1,7556E+00		
38	8849	75 mmol·mol ⁻¹	-2672	9,68	-25850,391		7,1389E+06		9,3606E+01		
39	9229	66 mmol·mol ⁻¹	-2292	0,67	-1547,016		5,2527E+06		4,5562E-01		
40	10533	66 mmol·mol ⁻¹	-988	0,67	-666,816		9,7590E+05		4,5562E-01		
Průměr	\bar{x} 11521	\bar{z} 65 mmol·mol ⁻¹									

r	-0,1979
T	-1,2445

Příloha 10: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- ženy.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma ()^2()$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	18367	75 mmol·mol ⁻¹	6679	2,84	18992,429	-744668,719	4,4604E+07	8,1648E+08	8,0869E+00	1,3486E+04	3318307,37
2	12381	50 mmol·mol ⁻¹	693	-22,16	-15346,665		4,7977E+05		4,9090E+02		
3	5025	82 mmol·mol ⁻¹	-6663	9,84	-65592,290		4,4400E+07		9,6899E+01		
4	15713	142 mmol·mol ⁻¹	4025	69,84	281097,085		1,6198E+07		4,8781E+03		
5	11778	77 mmol·mol ⁻¹	90	4,84	434,272		8,0382E+03		2,3462E+01		
6	8456	58 mmol·mol ⁻¹	-3232	-14,16	45757,866		1,0448E+07		2,0040E+02		
7	7394	73 mmol·mol ⁻¹	-4294	0,84	-3623,353		1,8441E+07		7,1191E-01		
8	24101	49 mmol·mol ⁻¹	12413	-23,16	-287430,571		1,5407E+08		5,3621E+02		
9	7660	55 mmol·mol ⁻¹	-4028	-17,16	69111,272		1,6228E+07		2,9434E+02		
10	6147	100 mmol·mol ⁻¹	-5541	27,84	-154291,790		3,0706E+07		7,7527E+02		
11	15686	64 mmol·mol ⁻¹	3998	-8,16	-32605,884		1,5981E+07		6,6524E+01		
12	4241	55 mmol·mol ⁻¹	-7447	-17,16	127768,491		5,5463E+07		2,9434E+02		
13	5884	65 mmol·mol ⁻¹	-5804	-7,16	41537,335		3,3690E+07		5,1212E+01		
14	9954	81 mmol·mol ⁻¹	-1734	8,84	-15338,103		3,0079E+06		7,8212E+01		
15	11078	79 mmol·mol ⁻¹	-610	6,84	-4177,040		3,7252E+05		4,6837E+01		
16	11877	70 mmol·mol ⁻¹	189	-2,16	-406,790		3,5591E+04		4,6494E+00		
17	7679	99 mmol·mol ⁻¹	-4009	26,84	-107625,821		1,6075E+07		7,2059E+02		
18	10785	65 mmol·mol ⁻¹	-903	-7,16	6464,554		8,1603E+05		5,1212E+01		
19	15917	70 mmol·mol ⁻¹	4229	-2,16	-9118,040		1,7882E+07		4,6494E+00		
20	15677	45 mmol·mol ⁻¹	3989	-27,16	-108316,946		1,5909E+07		7,3746E+02		
21	6743	86 mmol·mol ⁻¹	-4945	13,84	-68462,103		2,4456E+07		1,9165E+02		
22	19202	51 mmol·mol ⁻¹	7514	-21,16	-158960,790		5,6455E+07		4,4759E+02		
23	10814	87 mmol·mol ⁻¹	-874	14,84	-12978,540		7,6448E+05		2,2034E+02		
24	10322	68 mmol·mol ⁻¹	-1366	-4,16	5678,866		1,8669E+06		1,7274E+01		
25	19819	84 mmol·mol ⁻¹	8131	11,84	96297,460		6,6108E+07		1,4027E+02		
26	5897	83 mmol·mol ⁻¹	-5791	10,84	-62799,884		3,3540E+07		1,1759E+02		
27	14704	88 mmol·mol ⁻¹	3016	15,84	47779,304		9,0942E+06		2,5102E+02		
28	4337	83 mmol·mol ⁻¹	-7351	10,84	-79716,134		5,4042E+07		1,1759E+02		
29	11372	87 mmol·mol ⁻¹	-316	14,84	-4695,728		1,0007E+05		2,2034E+02		
30	10188	56 mmol·mol ⁻¹	-1500	-16,16	24239,929		2,2510E+06		2,6102E+02		
31	19338	51 mmol·mol ⁻¹	7650	-21,16	-161838,040		5,8517E+07		4,4759E+02		
32	15491	31 mmol·mol ⁻¹	3803	-41,16	-156503,071		1,4460E+07		1,6938E+03		
Průměr	\bar{x} 11688	\bar{z} 72 mmol·mol ⁻¹									

r	-0,2244
T	-1,2613

Příloha 11: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- muži.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma (()*)$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	10188	56 mmol·mol ⁻¹	-1294	-14,38	18604,245	-441145,875	1,6750E+06	7,3483E+08	2,0664E+02	4,9796E+03	1912893,66
2	10322	68 mmol·mol ⁻¹	-1160	-2,38	2755,495		1,3461E+06		5,6406E+00		
3	10379	51 mmol·mol ⁻¹	-1103	-19,38	21374,661		1,2171E+06		3,7539E+02		
4	4241	55 mmol·mol ⁻¹	-7241	-15,38	111333,578		5,2435E+07		2,3639E+02		
5	7672	78 mmol·mol ⁻¹	-3810	7,63	-29052,839		1,4518E+07		5,8141E+01		
6	31017	42 mmol·mol ⁻¹	19535	-28,38	-554299,714		3,8161E+08		8,0514E+02		
7	5884	65 mmol·mol ⁻¹	-5598	-5,38	30090,370		3,1340E+07		2,8891E+01		
8	11372	87 mmol·mol ⁻¹	-110	16,63	-1832,214		1,2146E+04		2,7639E+02		
9	19819	84 mmol·mol ⁻¹	8337	13,63	113588,786		6,9502E+07		1,8564E+02		
10	12381	50 mmol·mol ⁻¹	899	-20,38	-18312,880		8,0783E+05		4,1514E+02		
11	14704	88 mmol·mol ⁻¹	3222	17,63	56784,078		1,0380E+07		3,1064E+02		
12	10814	87 mmol·mol ⁻¹	-668	16,63	-11108,964		4,4650E+05		2,7639E+02		
13	15917	70 mmol·mol ⁻¹	4435	-0,38	-1663,047		1,9667E+07		1,4063E-01		
14	10533	66 mmol·mol ⁻¹	-949	-4,38	4152,786		9,0100E+05		1,9141E+01		
15	9229	66 mmol·mol ⁻¹	-2253	-4,38	9857,786		5,0769E+06		1,9141E+01		
16	5577	70 mmol·mol ⁻¹	-5905	-0,38	2214,453		3,4871E+07		1,4063E-01		
17	14206	80 mmol·mol ⁻¹	2724	9,63	26216,495		7,4190E+06		9,2641E+01		
18	15790	65 mmol·mol ⁻¹	4308	-5,38	-23154,380		1,8557E+07		2,8891E+01		
19	10072	61 mmol·mol ⁻¹	-1410	-9,38	13220,703		1,9887E+06		8,7891E+01		
20	14796	78 mmol·mol ⁻¹	3314	7,63	25267,661		1,0981E+07		5,8141E+01		
21	10368	60 mmol·mol ⁻¹	-1114	-10,38	11559,911		1,2415E+06		1,0764E+02		
22	7471	70 mmol·mol ⁻¹	-4011	-0,38	1504,203		1,6090E+07		1,4063E-01		
23	5604	90 mmol·mol ⁻¹	-5878	19,63	-115359,839		3,4553E+07		3,8514E+02		
24	7217	102 mmol·mol ⁻¹	-4265	31,63	-134887,214		1,8192E+07		1,0001E+03		
Průměr	\bar{x} 11482	\bar{z} 70 mmol·mol ⁻¹									

r	-0,2306
T	-1,1117

Příloha 12: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- Méně než 29 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (z_i - \bar{z})$	$\Sigma ()^*(\)$	x^2	Σx^2	z^2	Σz^2	odmocnina
1	7394	73 mmol·mol ⁻¹	-3239	10,50	-34006,673	-105131,500	1,0489E+07	4,5449E+08	1,1025E+02	6,5585E+03	1726497,63
2	8456	58 mmol·mol ⁻¹	-2177	-4,50	9795,288		4,7382E+06		2,0250E+01		
3	11999	64 mmol·mol ⁻¹	1366	1,50	2049,404		1,8667E+06		2,2500E+00		
4	14734	51 mmol·mol ⁻¹	4101	-11,50	-47164,596		1,6820E+07		1,3225E+02		
5	16918	53 mmol·mol ⁻¹	6285	-9,50	-59710,058		3,9505E+07		9,0250E+01		
6	11974	36 mmol·mol ⁻¹	1341	-26,50	-35543,635		1,7990E+06		7,0225E+02		
7	6986	56 mmol·mol ⁻¹	-3647	-6,50	23703,750		1,3299E+07		4,2250E+01		
8	5435	56 mmol·mol ⁻¹	-5198	-6,50	33785,250		2,7016E+07		4,2250E+01		
9	6895	56 mmol·mol ⁻¹	-3738	-6,50	24295,250		1,3971E+07		4,2250E+01		
10	11078	79 mmol·mol ⁻¹	445	16,50	7346,942		1,9826E+05		2,7225E+02		
11	12206	58 mmol·mol ⁻¹	1573	-4,50	-7079,712		2,4752E+06		2,0250E+01		
12	10820	50 mmol·mol ⁻¹	187	-12,50	-2340,865		3,5070E+04		1,5625E+02		
13	10340	74 mmol·mol ⁻¹	-293	11,50	-3366,404		8,5691E+04		1,3225E+02		
14	14210	60 mmol·mol ⁻¹	3577	-2,50	-8943,173		1,2797E+07		6,2500E+00		
15	15686	64 mmol·mol ⁻¹	5053	1,50	7579,904		2,5536E+07		2,2500E+00		
16	18367	75 mmol·mol ⁻¹	7734	12,50	96678,365		5,9819E+07		1,5625E+02		
17	1592	83 mmol·mol ⁻¹	-9041	20,50	-185334,981		8,1735E+07		4,2025E+02		
18	10872	73 mmol·mol ⁻¹	239	10,50	2512,327		5,7250E+04		1,1025E+02		
19	11329	56 mmol·mol ⁻¹	696	-6,50	-4525,750		4,8479E+05		4,2250E+01		
20	15491	31 mmol·mol ⁻¹	4858	-31,50	-153035,481		2,3603E+07		9,9225E+02		
21	8849	75 mmol·mol ⁻¹	-1784	12,50	-22296,635		3,1817E+06		1,5625E+02		
22	885	34 mmol·mol ⁻¹	-9748	-28,50	277810,327		9,5018E+07		8,1225E+02		
23	13783	83 mmol·mol ⁻¹	3150	20,50	64580,519		9,9242E+06		4,2025E+02		
24	7679	99 mmol·mol ⁻¹	-2954	36,50	-107811,173		8,7245E+06		1,3323E+03		
25	10695	51 mmol·mol ⁻¹	62	-11,50	-716,096		3,8775E+03		1,3225E+02		
26	11778	77 mmol·mol ⁻¹	1145	14,50	16606,404		1,3116E+06		2,1025E+02		
Průměr	\bar{x}	10633	\bar{z}	63	mmol·mol ⁻¹						

r	-0,0609
T	-0,2989

Příloha 13: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- 30 - 39 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma (i^*)$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	4337	83 mmol·mol ⁻¹	-7031	-0,69	4867,296	-429170,846	4,9428E+07	7,0585E+08	4,7929E-01	5,9648E+03	2051889,55
2	5897	83 mmol·mol ⁻¹	-5471	-0,69	3787,296		2,9927E+07		4,7929E-01		
3	6743	86 mmol·mol ⁻¹	-4625	2,31	-10672,012		2,1386E+07		5,3254E+00		
4	7084	97 mmol·mol ⁻¹	-4284	13,31	-57004,012		1,8349E+07		1,7709E+02		
5	15713	142 mmol·mol ⁻¹	4345	58,31	253373,834		1,8883E+07		3,3998E+03		
6	12036	80 mmol·mol ⁻¹	668	-3,69	-2468,166		4,4684E+05		1,3633E+01		
7	33070	68 mmol·mol ⁻¹	21702	-15,69	-340561,704		4,7100E+08		2,4625E+02		
8	9954	81 mmol·mol ⁻¹	-1414	-2,69	3805,680		1,9981E+06		7,2485E+00		
9	5025	82 mmol·mol ⁻¹	-6343	-1,69	10733,527		4,0228E+07		2,8639E+00		
10	14218	71 mmol·mol ⁻¹	2850	-12,69	-36178,935		8,1251E+06		1,6109E+02		
11	11877	70 mmol·mol ⁻¹	509	-13,69	-6975,704		2,5955E+05		1,8748E+02		
12	15677	105 mmol·mol ⁻¹	4309	-38,69	-166743,012		1,8571E+07		1,4971E+03		
13	6147	100 mmol·mol ⁻¹	-5221	16,31	-85134,935		2,7254E+07		2,6594E+02		
Průměr	\bar{x} 11368	\bar{z} 84 mmol·mol ⁻¹									

r	-0,2092
T	-0,7094

Příloha 14: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- 40 - 49 let.

Pacient	Počet kroků za 24 h (x_i)	Průměrná hodnota HbA1c	$x_i - \bar{x}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$	$\Sigma (i^*)$	x^2	Σx^2	y^2	Σy^2	odmocnina
1	10874	88 mmol·mol ⁻¹	-4133	30,22	-124898,370	-247477,667	1,7079E+07	2,2096E+08	9,1338E+02	1,2216E+03	519535,71
2	16842	58 mmol·mol ⁻¹	1835	0,22	407,852		3,3684E+06		4,9383E-02		
3	14269	52 mmol·mol ⁻¹	-738	-5,78	4262,074		5,4415E+05		3,3383E+01		
4	7660	55 mmol·mol ⁻¹	-7347	-2,78	20407,407		5,3974E+07		7,7160E+00		
5	11989	51 mmol·mol ⁻¹	-3018	-6,78	20453,074		9,1063E+06		4,5938E+01		
6	19338	51 mmol·mol ⁻¹	4331	-6,78	-29356,815		1,8760E+07		4,5938E+01		
7	19202	51 mmol·mol ⁻¹	4195	-6,78	-28435,037		1,7601E+07		4,5938E+01		
8	10785	65 mmol·mol ⁻¹	-4222	7,22	-30489,815		1,7822E+07		5,2160E+01		
9	24101	49 mmol·mol ⁻¹	9094	-8,78	-79828,037		8,2707E+07		7,7049E+01		
Průměr	\bar{x} 15007	\bar{z} 58 mmol·mol ⁻¹									

r	-0,4763
T	-1,4334

Příloha 15: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu- glykovaný hemoglobin HbA1c v závislosti na počtu kroků za 24 hodin- Věková kategorie- Více než 50 let.

KÓD VZP	NÁZEV	VĚK PACIENTA	UŽITNÁ DOBA (v měsících)	KONEČNÁ CENA (v Kč)	DOPLATEK PACIENTA (v Kč)
0142049	Vysílač Minilink pro inzulinovou pumpu	0-18 let	24	10 000,- Kč	0,-
0142051	Vysílač Minilink pro inzulinovou pumpu	nad 19 let	24	10 000,- Kč	2 500,-
0142048	Vysílač Guardian pro inzulinovou pumpu	0-18 let	24	10 000,- Kč	0,-
0142050	Vysílač Guardian pro inzulinovou pumpu	nad 19 let	24	10 000,- Kč	2 500,-
0142451	Vysílač a přijímač Guardian Connect pro inzulinová pera	0-18 let	48	19 900,- Kč	0,-
0142452	Vysílač a přijímač Guardian Connect pro inzulinová pera	nad 19 let	48	19 900,- Kč	4 975,-

Příloha 16: Tabulka kódů VZP a doplateků pacienta platné od 1.4.2018- vysílače k senzorům ENLITE. [96].

KÓD VZP	VĚK PACIENTA	KS/ROK	CELKEM KS/ROK	DOPLATEK PACIENTA/KS
0171667	0 - 7 let	24	61	0 Kč
0171669		37		300,25 Kč
0171671	8 - 18 let	24	43	0 Kč
0171673		19		300,25 Kč
0171675	19 let a více	43	43	300,25 Kč
0142150	bez omezení věku (dvě hypoglykemie s bezvědomím ročně)	61	61	300,25 Kč

Příloha 17: Tabulka kódů VZP a doplateků pacienta platné od 1.4.2018- senzory ENLITE. [96].

KÓD VZP	NÁZEV	VĚK PACIENTA	UŽITNÁ DOBA (v měsících)	KONEČNÁ CENA (v Kč)	DOPLATEK PACIENTA (v Kč)
0142045	Vysílač Dexcom G4 Platinum	0-18 let (inz. pumpy)	6	5 561,-	3 061,-
0142053	Vysílač Dexcom G4 Platinum	0-18 let (inz. pera)	6	5 561,-	0,-
0142044	Přijímač Dexcom G4 Platinum	0-18 let (inz. pera)	12	13 896,-	0,-
0142047	Vysílač Dexcom G4 Platinum	nad 19 let (inz. pumpy)	6	5 561,-	3 686,-
0142052	Vysílač Dexcom G4 Platinum	nad 19 let (inz. pera)	6	5 561,-	1 390,-
0142046	Přijímač Dexcom G4 Platinum	nad 19 let (inz. pera)	12	13 896,-	3 474,-
0142455	Vysílač Dexcom G5 Mobile	0-18 let	2 ks/6	9 215,81	0,-
0142456	Vysílač Dexcom G5 Mobile	nad 19 let	2 ks/6	9 215,81	2 304,-

Příloha 18: Tabulka kódů VZP a doplatků pacienta platné od 1.4.2018- vysílače a přijímače k senzorům DEXCOM. [96].

KÓD VZP	VĚK PACIENTA	KS/ROK	CELKEM KS/ROK	DOPLATEK PACIENTA/KS
171668	0 - 7 let	21	53	429 Kč
171670		32		729 Kč
171672	8 - 18 let	21	37	429 Kč
171674		16		729 Kč
171676		37		729 Kč
0142151	bez omezení věku (dvě hypoglykemie s bezvědomím ročně)	52	52	729 Kč

Příloha 19: Tabulka kódů VZP a doplatků pacienta platné od 1.4.2018- senzory DEXCOM. [96].