

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: zdravotnictví

Moje praktické zkušenosti s kontinuálním měřením koncentrace glukózy, monitorování změn koncentrace glukózy v intersticiu v závislosti na různých vnějších podnětech.

My practical experience with the continuous monitoring of glucose concentration, monitoring of changes in glucose concentration in the interstitium depending on various external stimuli.

Autor: Jana Mazánková
4.A
Gymnázium J. Vrchlického v Klatovech
Plzeňský kraj

Konzultant: MUDr. Helena Hlaváčková

Klatovy 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracovala samostatně pod vedením MUDr. Heleny Hlaváčkové. Použila jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu. Postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů v platném znění.

V Bolešinech 03.01.2014

Jana Mazánková

.....

Poděkování:

Děkuji odborné konzultantce MUDr. Heleně Hlaváčkové za poskytnutí přístrojového vybavení pro kontinuální monitoraci koncentrace glukózy a za důvěru, kterou ve mě vložila při testování systému kontinuální monitorace koncentrace glukózy, rovněž za odborné rady a podnětné připomínky, které mi během zpracování tématu poskytovala. Dále děkuji Centru laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy za poskytnutí technického zázemí a za to, že jsem měla možnost za optimálních laboratorních podmínek bezplatně provést potřebná srovnávací měření a laboratorní testy.

Anotace

Tato práce popisuje mé praktické zkušenosti s kontinuální monitorací koncentrace glukózy systémem DexCom™ SEVEN® PLUS. Na jedné straně prakticky ověřuje některé jeho technické parametry a údaje udávané výrobcem, na druhé straně se prostřednictvím kontinuální monitorace koncentrace glukózy v intersticiu snaží zachytit reakci metabolismu glukózy na vnější podněty (příjem potravin, stres, fyzická aktivita). V průběhu testování jsou sledovány změny v koncentraci glukózy po požití potravin s různým glykemickým indexem, je sledován inhibiční účinek kofeinu na inzulín, jsou porovnávány změny koncentrace glukózy při fyzické námaze a při stresu, dále jsou porovnávány koncentrace glukózy před zátěží a po zátěži při OGTT při použití odlišných měřících systémů a v různých typech vyšetřovaného materiálu. V průběhu OGTT je porovnávána koncentrace glukózy v kapilární krvi zachycená glukometrem s koncentracemi v intersticiu zjištěné při kontinuální monitoraci. V závěru je naznačena nová možnost praktického využití systému CGM při orálním glukózovým tolerančním testu.

Klíčová slova

Kontinuální monitorace glukózy, selfmonitoring diabetiků, laboratorní diagnostika diabetu mellitu, glykemický index, orální glukózový toleranční test, metabolismus glukózy

Summary

This paper describes my practical experience with the continuous monitoring of glucose concentration by the system called DexCom™ SEVEN® PLUS. On the one hand, it verifies some of its technical specifications and data stated by the manufacturer in practice and on the other, it tries to capture the response of glucose metabolism to external stimuli (food intake, stress, physical activity) by way of the continuous monitoring of glucose concentration in the interstitium. During testing the changes in the glucose concentration after ingestion of food with different glycemic index have been monitored, the inhibitory effect of caffeine on insulin has also been observed, and the changes in the concentration of glucose during exercise and stress have been compared. Furthermore, concentrations of glucose before exercise and after it have also been compared in the OGTT using different measuring systems and different types of material examined. During the OGTT the concentration of glucose in capillary blood measured by the glucose meter has been compared to concentrations in the interstitial fluid determined during the continuous monitoring. In conclusion, a new possibility of practical use of the CGM system in the oral glucose tolerance test is indicated.

Key words

Continuous glucose monitoring, self-monitoring of diabetics, laboratory diagnostics of diabetes mellitus, glycemic index, oral glucose tolerance test, metabolism of glucose

Oponentský posudek:

Téma: Moje praktické zkušenosti s kontinuálním měřením koncentrace glukózy, monitorování změn koncentrace glukózy v intersticiu v závislosti na různých vnějších podnětech.

Pro zpracování bylo zvoleno jedno z aktuálních témat současné diabetologie, které zahrnuje problematiku technologie kontinuální monitorace koncentrace glukózy.

Teoretická část je zpracována přehledně, vychází ze současných poznatků v dané oblasti, zároveň se opírá o aktuální doporučení odborných společností (ČDS ČLS JEP a ČSKB ČLS JEP).

Odborná terminologie je v textu užívána ve správných souvislostech, což svědčí o dobré orientaci studentky ve zpracovávané problematice. V této oblasti pouze doporučuji sjednotit vyjadřování koncentrace glukózy v jednotlivých biologických materiálech. Pojem „glykémie“ slouží pro vyjádření koncentrace glukózy pouze v krvi.

V metodické části jsou ověřeny analytické vlastnosti použitých přístrojů, je názorně popsán způsob hodnocení experimentů, zároveň je vhodně zakomponována i tzv. vnitřní kontrola experimentu.

Výsledky jsou přehledně uspořádány ve formě tabulek a grafů. Hodnocení systému kontinuální monitorace koncentrace glukózy vychází z osobních zkušeností studentky. Interpretace výsledků je provedena samostatně, srozumitelným způsobem, při hodnocení zjištěných dat nechybí srovnání s dostupnými literárními údaji.

V závěru práce je kromě zhodnocení dosažených výsledků navržena i nová možnost využití technologie kontinuální monitorace glukózy, což svědčí o tvůrčím přístupu studentky ke zpracovávané problematice.

Celkově práci hodnotím kladně, po odborné stránce mohu předloženou práci doporučit.

MUDr. František Musil
5.2.2014
Centrum laboratorní medicíny
BioLab s.r.o.
Nádražní 844, 339 01 Klatovy
musil@biolab-kt.cz

Obsah

1	Úvod	1
2	Selfmonitoring u diabetiků	2
2.1	Kontinuální monitorace koncentrace glukózy.....	2
2.1.1	Typy systémů pro kontinuální monitoraci koncentrace glukózy.....	2
2.1.2	Monitorace koncentrace glukózy v reálném čase.....	3
3	Metabolické děje udržující fyziologickou hladinu glukózy	4
4	Laboratorní diagnostika diabetu mellitu	4
4.1	Diagnostická kritéria diabetu mellitu	4
4.2	Orální glukózový toleranční test	4
5	Glykemický index	5
6	Metodika	6
6.1	Seznam použitých pomůcek.....	6
6.2	Technická specifikace měřidel	7
6.3	Testování použitých měřidel	10
6.4	Hodnocení změn koncentrace glukózy v závislosti na příjmu sacharidů	12
6.5	Orální glukózový toleranční test – přípravná fáze a hodnotící kritéria	13
6.6	Plán doprovodných testů v průběhu OGTT	13
6.7	Výběr testů k vyloučení poruchy metabolismu glukózy	14
7	Výsledky	15
8	Diskuze a hodnocení výsledků	21
8.1	Moje praktické zkušenosti se systémem CGM	21
8.2	Sledování změn koncentrace glukózy při reakci na vnější podněty	23
8.3	Orientační srovnání stanovených koncentrací glukózy v různých typech odebraného materiálu v průběhu OGTT.....	24
8.4	Porovnání výsledků získaných při CGM se záznamy v průběhu testování	24
8.5	Využití laboratorní diagnostiky k vyloučení poruchy metabolismu glukózy	26
9	Závěr	27
10	Seznam literatury	29
11	Přílohy	31
11.1	Příloha A: Protokol o výsledku laboratorního vyšetření	31
11.2	Příloha B: Potvrzení o aktivní účasti na laboratorním semináři	32
11.3	Příloha C: Fotografická dokumentace	33

Zkratky

ADA	American Diabetes Association (Americká diabetologická společnost)
ATP	adenosintrifosfát
AU 680	označení biochemického analyzátoru
CGM	Continuous Glukose Monitoring (kontinuální monitorace glukózy)
CGMS	Continuous Glukose Monitoring System (systém kontinuální monitorace glukózy)
ČAS	Česká asociace sester
ČDS	Česká diabetologická společnost
ČSKB	Česká společnost klinické biochemie
ČLS JEP	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
DM	diabetes mellitus
FPG	Fasting Plasma Glukose (plazmatická glukóza nalačno)
G6PD	glukóza-6-fosfát dehydrogenáza
GI	glykemický index
HK	hexokináza
IFG	Impaired Fasting Glukose (hraniční glykémie nalačno)
IGT	Impaired Glukose Tolerance (porušená glukózová tolerance)
KVVOPZ	Komora vysokoškolsky vzdělaných odborných pracovníků ve zdravotnictví
LCD	Liquid Crystal Display (displej z tekutých krystalů)
NAD⁺	nikotinamidadenindinukleotid
NADH	redukováná forma NAD ⁺
OGTT	orální glukózový toleranční test
PC	Personal Computer (osobní počítač)
POCT	Point-of-care testing (testování in vitro v mimolaboratorních podmínkách)
RF	Radio Frequency (radiová frekvence)
RT	Real-time (reálný čas)
USB	Universal Serial Bus (universální sériová sběrnice)
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

Terminologie

diabetes mellitus	metabolické heterogenní onemocnění projevující se chronickou hyperglykémií
diuretikum	lék zvyšující tvorbu a vylučování moči
gestační diabetes	porucha metabolismu glukózy zaznamenaná v průběhu gravidity
glykémie	koncentrace glukózy v krvi
hypoglykémie	snížená koncentrace glukózy v krvi
hyperglykémie	zvýšená koncentrace glukózy v krvi
intersticiium	mezibuněčný prostor
intersticiální tekutina	mimocévní tekutina vyplňující mezibuněčný prostor
intravaskulární	nitrožilní
kontraregulační	působící opačně
malabsorpce	porucha vstřebávání
nauzea	nevolnost
normoglykémie	koncentrace glukózy pohybující se ve fyziologickém rozmezí koncentrací (3,30 – 5,99 mmol/l)
postprandiální	po jídle
preprandiální	před jídlem
real-time monitorace	monitorace v reálném čase
subkutánní aplikace	vpravení do podkožní
selfmonitoring diabetiků	sebekontrola diabetiků
utilizace glukózy	využití glukózy

1 Úvod

Tato práce se zabývá mými praktickými zkušenostmi se systémem kontinuální monitorace koncentrace glukózy, které jsem měla možnost získat při jeho testování. Systém kontinuální monitorace glukózy je v současnosti považován za jednu z nejmodernějších metod selfmonitoringu vybraných skupin diabetiků.

Protože se mně, jako probandovi bez prokázaného diabetu, naskytla možnost otestovat tuto technologii „na vlastní kůži“, ráda bych se s Vámi podělila o moje zkušenosti získané v průběhu testování.

V teoretické části se nejprve zastavím u možností selfmonitoringu diabetiků a podrobně popíši jednu z nejprogresivnějších metod selfmonitoringu, tj. kontinuální monitoraci koncentrace glukózy. Protože součástí mé práce je i několik pokusů, které sledují odpověď organismu prostřednictvím změn koncentrace glukózy v intersticiu na příjem různých druhů potravin a nápojů a na některé další vnější podněty (stres, fyzická zátěž), budu se v teoretické části krátce zabývat i regulačními mechanismy metabolismu glukózy a zastavím se i u pojmu glykemický index potravin. V závěru teoretické části zmíním současná doporučení v laboratorní diagnostice diabetu mellitu a teoretické poznatky využiji i v rámci sebetestování k ověření předpokladu, že nemám poruchu metabolismu glukózy.

V úvodu praktické části nejprve vyhodnotím mé praktické zkušenosti s použitím systému kontinuálního měření koncentrace glukózy DexCom™ SEVEN® PLUS, který jsem měla možnost otestovat. V další fázi praktické části se pak budu podrobně zabývat výsledky testování a jejich interpretací. V závěru práce se pokusím navrhnout nový způsob praktického využití systému kontinuální monitorace glukózy.

2 Selfmonitoring diabetiků

Provádění určitých měření nebo testů in vitro v mimolaboratorních podmínkách se nazývá nejčastěji point-of-care testing (POCT). Toto testování zahrnuje vyšetření blízko místa péče o pacienta, zpravidla je prováděné zdravotnickými pracovníky, kteří nemají primární laboratorní vzdělání, nebo je prováděné pacienty samotnými (sebekontrola, selfmonitoring). [1, 2]

Selfmonitoring u diabetiků se zaměřuje na monitoraci hladiny glukózy nejčastěji pomocí osobních glukometrů a na vyšetření analytů v moči (glukóza, ketolátky) pomocí testacích proužků.

Zatímco sebetestování analytů v moči (glykosurie, ketonurie) testacními proužky je jednoduché a hlavním předpokladem dosažení správného odečtu je dodržení předepsaného času pro reakci, monitorace koncentrace krevní glukózy pomocí osobních glukometrů je složitější procedura, která vyžaduje zácvik. Nemocného je nutno důkladně zaučit v technice stanovení glykémie podle podrobného návodu, který je u pomůcek přiložen. [3, 4, 5]

Glukometr umožňuje kvantitativně odečíst koncentraci glukózy z testovacích proužků pomocí metody kolorimetrické, kolorimetrické průsakové, elektrochemické nebo měřením odrazu světla. [3]

Sledování glykémie z kapilární krve pacientem doma pomocí glukometru (domácí selfmonitoring) se v léčbě diabetu využívá od poloviny 70. let 20. století. K selfmonitoringu glykémie se běžně používá tzv. malý glykemický profil (čtyři glykémie během dne) a tzv. velký glykemický profil (sedm nebo osm glykemií během dne). Tento způsob monitorování glykémie z kapilární krve má dvě hlavní nevýhody: nedává dostatečná data o pohybu hodnot glykémie a navíc je i poměrně bolestivý. Tyto skutečnosti daly podnět k výzkumu nových technologií, ke kterým patří i kontinuální měření koncentrace glukózy (Continuous Glucose Monitoring System – CGMS). [6]

2.1 Kontinuální monitorace koncentrace glukózy

Prvním zařízením, které bylo možno použít pro účely kontinuální monitorace koncentrace glukózy byl přístroj vyvinutý firmou MiniMed (nyní Medtronic, Inc.). Kontinuální monitorace byla pouze krátkodobá a byla limitována životností sondy. V návaznosti na předchozí zkušenosti z krátkodobé kontinuální monitorace došlo v průběhu času ke zdokonalení přístrojového vybavení. Vývoj nových technologií umožňuje v současnosti několikadenní monitoraci koncentrace glukózy. [6]

Kontinuální monitorace koncentrace glukózy umožňuje lépe posuzovat kolísání glykémie během dne a umožňuje pacientům minimalizovat výkyvy glykemií směrem do hypoglykémie nebo do hyperglykémie. Klinická data ukazují, že systém CGM může při správném užívání u pacientů snížit čas strávený v hyperglykémii a hypoglykémii o více než 20% a o více než 30% mohou být redukovány i noční hypoglykémie. [7, 8]

2.1.1 Typy systémů pro kontinuální monitoraci koncentrace glukózy

Systémy CGMS lze podle způsobu zavedení sondy dělit na invazivní a neinvazivní.

Neinvazivní jsou technologie založené zpravidla na principech radiační technologie a technologie extrakce tekutiny. V současné době jsou tyto technologie spíše ve fázi experimentální, jejich využitelnost v klinické praxi je zatím limitována vzhledem k problémům souvisejícím s přesností a reprodukovatelností měření. [9]

Invazivní monitorování je zprostředkováno pomocí senzorů aplikovaných subkutánně nebo intravaskulárně. Pro subkutánní několikadenní monitorování se používají jehlové glukózové senzory pracující na elektrochemickém principu, které jsou implantovány do podkoží. Na elektrodách senzoru zavedeného do podkoží probíhá glukózaoxidázová reakce. Vzniklý elektrochemický potenciál, který je úměrný množství glukózy v intersticiu, je díky kalibraci provedené osobním glukometrem převeden na aktuální koncentraci glukózy. Monitorovací zařízení je tvořeno senzorem spojeným s přenašečem signálu

(transmitterem) a přijímačem ve kterém je signál analyzován a ukládán. Přijímač má k dispozici displej, který slouží k ovládní a kalibraci přístroje. [3, 7, 9, 10]

Dostupné systémy CGM jsou koncipovány buď jako zaslepené (uzavřený mód), které neumožňují aktuální sledování koncentrace glukózy a záznam z monitoringu se vyhodnocuje dodatečně po vyjmutí senzoru a nebo jako otevřené, které toto průběžné sledování koncentrace glukózy umožňují. Některé typy CGMS umožňují výběr otevřeného nebo uzavřeného módu volitelně podle uvážení indikujícího diabetologa.

2.1.2 Monitorace koncentrace glukózy v reálném čase

Protože jsem v průběhu pokusu měla možnost vyzkoušet CGMS v otevřeném módu, budu se v následující kapitole podrobněji zabývat touto problematikou.

Tato tzv. real-time (RT) monitorace přináší nové možnosti v oblasti edukace pacientů a umožňuje efektivnější způsob kontroly hypoglykemií i hyperglykemií. Aktuální hodnoty koncentrace glukózy se zobrazují na displeji a umožňují pacientovi reagovat podle těchto hodnot přiměřenou intervencí (např. podáním inzulínu nebo naopak podáním sacharidů). Vzhledem k tomu, že klinicky používané přístroje stanovují hladinu glukózy v mezibuněčném prostoru (v intersticiu), je třeba počítat s tím, že při rychlejším vzestupu nebo naopak při poklesu hladiny glukózy v krevním oběhu, se mohou změny hodnot v intersticiu projevit s časovým posunem. Tento časový posun může být zdrojem chyb předčasné nebo naopak pozdní intervence a je třeba pacienta v tomto směru informovat a na možné negativní dopady časového posunu měření ho upozornit. [3, 9, 11, 12]

Zacházení s přístrojem v otevřeném módu je složitější a vyžaduje důkladné proškolení pacienta. Přístroje umožňují vyhodnocení tzv. trendů, tzn. upozorňují prostřednictvím akustických signálů na to, že hladina glukózy roste nebo naopak klesá příliš rychle. Dalším přínosem je to, že umožňuje nastavení alarmů při určitých hodnotách koncentrace glukózy, které pacienta včas upozorní, že koncentrace glukózy se blíží kritickým koncentracím hypoglykémie a hyperglykémie, tyto koncentrace vycházejí z obecných doporučení (spodní limit při CGM cca 4-4,5 mmol/l, horní limit cca 10-14 mmol/l) a jsou určovány erudovaným diabetologem. Jejich aktuální hodnotu lze upravit podle individuálních možností pacienta a s opakovaným používáním kontinuální monitorace je lze zpřísnovat. [3, 6, 11]

Nedílnou součástí používání monitorace v reálném čase je kalibrace systému CGM, která se provádí pomocí osobního glukometru. Provádí se v průběhu 24 hodin opakovaně. Právě u kalibrací je nutno myslet na to, že při výrazných změnách v koncentraci glukózy v krevním řečišti, mohou být hodnoty koncentrace glukózy v intersticiu díky časovému posunu odlišné. Proto je vhodné provádět kalibrace preprandiálně a v klidovém stavu, abychom se v době kalibrace, pokud možno vyhnuli významnému kolísání hodnot glykémie. Správně provedená kalibrace je základem úspěšné RT monitorace. [11]

Požadavky na přesnost a správnost měření systémů kontinuální monitorace nejsou v současné době legislativně stanoveny. U osobních glukometrů využívaných pro jejich kalibraci jsou požadavky na analytickou kvalitu jednoznačně určeny a jejich hodnocení vychází ze srovnání s laboratorně provedeným stanovením plazmatické koncentrace glukózy. Pro koncentrace $\geq 5,6$ mmol/l má být odchylka menší než 15% a pro koncentrace $< 5,6$ mmol/l má být odchylka menší než 0,8 mmol/l. [1, 2, 13]

Pro CGMS se podobné standardy teprve vyvíjejí a v současné době neexistuje platný konsenzus metody hodnotící přesnost systému CGM. Aktuálně se využívají matematické metody lineární regrese, chybové analýzy a střední absolutní odchylky senzoru proti odpovídající referenční hodnotě. [9]

3 Metabolické děje udržující fyziologickou hladinu glukózy

Řízení glykémie je těsně spjata s metabolismem tuků a bílkovin. Uplatňují se vlivy hormonální, autoregulační (hyperglykémie, hypoglykémie) a nervové (sympatikus a parasympatikus), zajišťující přesmyk z anabolické do katabolické fáze a opačně. [3]

Mezi metabolické děje udržující fyziologickou hladinu glukózy patří glykolýza, glukoneogeneze, glykogenolýza, glykogenogeneze a lipogeneze. Koncentrace glukózy v krvi je regulována při zvýšené koncentraci buď stimulací jejího využívání buňkami (glykolýza) nebo nasměrováním do zásob (glykogeneze, lipogeneze), při snížené koncentraci je regulována omezením jejího využívání a současně její novotvorbou (glykogenolýza, glukoneogeneze). Z cirkulace je glukóza přenášena do buněk tkání, které ji využívají (např. svalstvo, tuková tkáň) pomocí proteinového přenašeče umístěného na membráně (specifický receptor). Tento přenos je regulován prostřednictvím inzulínu. Některé buňky (např. erytrocyty) regulaci nepodléhají a vstup glukózy do buněk je závislý pouze na koncentraci glukózy v cirkulaci. Buňky glukózu využívají jako energetický zdroj (glykolýza), část glukózy je v některých tkáních (játra, svalová tkáň, ledviny) přeměňována na zásobní glykogen (glykogenogeneze). Játra a tuková tkáň mohou přeměnit glukózu na mastné kyseliny (lipogeneze), které jsou uchovány v tukové tkáni jako zásobní triacylglyceroly. Při vystupňované glykolýze v kosterním svalstvu vzniká laktát, který je spolu se svalovým alaninem významným zdrojem glukózy v glukoneogenetické dráze (laktátový a glukóza-alaninový cyklus). [14]

Inzulín svým působením prostřednictvím specifických receptorů snižuje glykémii, zároveň zesiluje tvorbu glykogenu (stimuluje glykogensyntázu) a v pozdější fázi inzulín stimuluje i tvorbu tuku (stimuluje lipogenetické enzymy). Inzulín je anabolický hormon. Stimuluje proteosyntézu a inhibuje rozpad proteinů. [15]

Proti účinkům inzulínu působí tzv. kontraregulační hormony. V játrech jsou to zejména glukagon a adrenalin, v tukové tkáni adrenalin a růstový hormon, ve svalu kortizol a v ledvinách adrenalin. [3]

4 Laboratorní diagnostika diabetu mellitu

4.1 Diagnostická kritéria diabetu mellitu

Současná diagnostická kritéria diabetu mellitu jsou podle doporučení ČSKB ČLS JEP a ČDS ČLS JEP tato :

1. Kombinace klinických symptomů s náhodným stanovením koncentrace glukózy v plazmě $\geq 11,1$ mmol/l.
2. Koncentrace glukózy v plazmě nalačno $\geq 7,0$ mmol/l.
3. Koncentrace glukózy v plazmě ve 120. minutě orálního glukózového tolerančního testu $\geq 11,1$ mmol/l.

K učinění závěru o diagnóze diabetu je nezbytné potvrdit výsledek opakovaným měřením z dalšího odběru v některém z příštích dnů. [13]

Nástrojem pro vyhledávání osob se zvýšeným rizikem diabetu mellitu a pro určení diagnózy diabetu mellitu je stanovení plazmatické glukózy nalačno (Fasting Plasma Glukose - FPG).

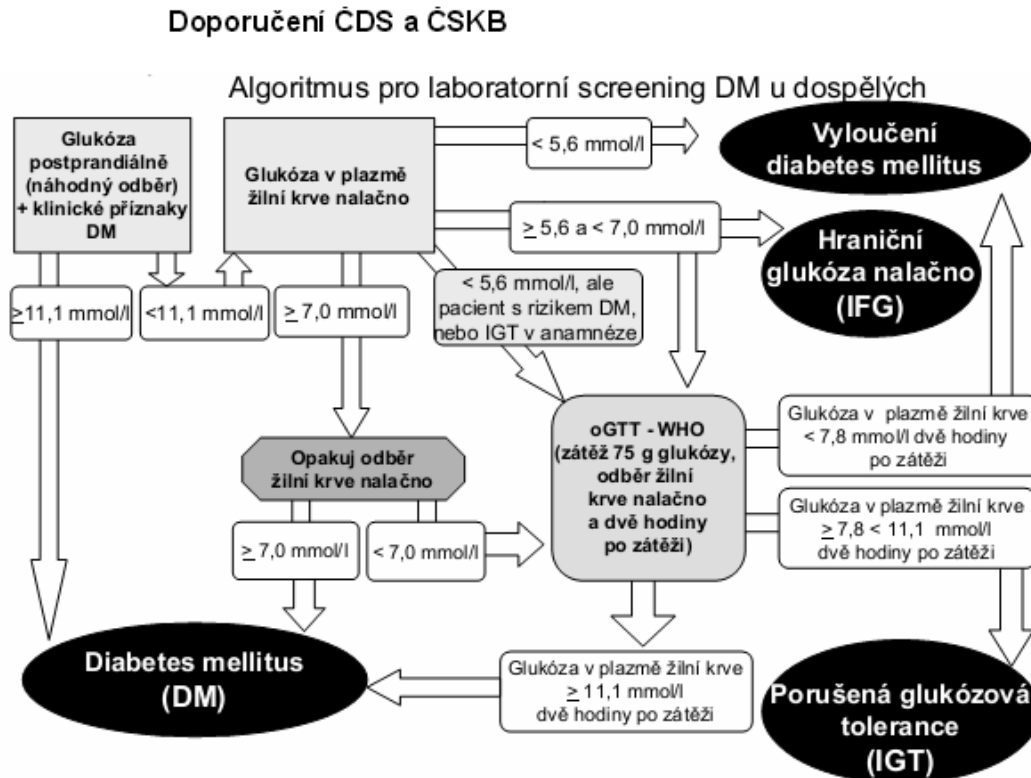
Zatímco v opakovaném měření potvrzená hodnota $\geq 7,0$ mmol/l diagnózu DM potvrzuje, hodnoty FPG v rozmezí 5,60 až 6,99 mmol/l se považují za zvýšené riziko DM a tento stav je nazýván Impaired Fasting Glukose (IFG). IFG spolu s Impaired Glukose Tolerance (IGT – glykémie při OGTT ve 120. minutě $\geq 7,8$ mmol/l a $< 11,1$ mmol/l) se označuje jako prediabetes. [13, 16]

4.2 Orální glukózový toleranční test

Orální glukózový toleranční test (OGTT) se používá k potvrzení diagnózy diabetes mellitus v případě, že diagnóza není jednoznačně potvrzena nálezem plazmatické glukózy nalačno $\geq 7,0$ mmol/l. Jedná se

jednak o stavy hraniční glykémie nalačno s hodnotami FPG 5,60 až 6,99 mmol/l, dále o situace s FPG nižší než 5,60 mmol/l, při nichž bylo vysloveno podezření na poruchu tolerance glukózy z předchozích vyšetření nebo jedná-li se o jedince se zvýšeným rizikem vzniku diabetu. Při nálezu porušené glukózové tolerance se OGTT opakuje ve dvouletých intervalech. OGTT slouží rovněž k diagnostice gestačního diabetu v těhotenství. [13, 16, 17, 18]

Obrázek 1 – Algoritmus pro laboratorní screening DM u dospělých [13]



5 Glykemický index potravin

Glykemický index (GI) lze definovat jako poměr ploch pod křivkami získanými proložením koncentracemi glukózy, které byly zjištěny v opakovaných odběrech krve v průběhu dvou hodin po konzumaci testované potraviny s definovaným obsahem metabolizovatelných sacharidů (zpravidla 50 g) a po požití stejného množství sacharidů ve formě čisté glukózy. Glykemický index je tedy veličina, která hodnotí míru vzestupu hladiny glykémie vyjádřené v % po požití sledované potraviny, přičemž za vztahnou hodnotu 100% je považován vzestup hladiny glykémie po požití glukózy stejné hmotnosti jako hmotnost metabolizovatelných sacharidů ve sledované potravine. [19]

Zatímco historicky se křivka pro odhad GI prokládala koncentracemi glukózy pouze z několika odběrů v průběhu testování, v současné době je pro odhad GI potravin v modifikované podobě stále častěji využíváno monitorace koncentrace glukózy pomocí systému CGM. [20]

Podle hodnoty glykemického indexu rozlišujeme potraviny na potraviny s nízkým GI (hodnoty < 30), se středním GI (30-70) a vysokým GI (>70). Potraviny s nízkým GI jsou doporučovány díky svým vlastnostem (nižší a postupný vzestup koncentrace glukózy i inzulínu a tím i pomalejší metabolizace sacharidů) jako vhodné potraviny zejména pro diabetiky a pro pacienty s redukční dietou. [4]

6. Metodika

V průběhu kontinuální monitorace koncentrace glukózy, která měla podle deklarované životnosti senzoru trvat celkem 7 dní, jsem si stanovila několik úkolů:

- Podle zadání otestovat systém CGM z pohledu funkčnosti, možnosti ovládání a uživatelského komfortu.
- Podle plánu v průběhu monitorace provést několik zátěžových testů a sledovat reakci organismu prostřednictvím změn v koncentraci glukózy (reakce na definovaný příjem nápojů a potravin, změny koncentrace glukózy při orálním glukózovém tolerančním testu, reakce na fyzickou námahu, reakce na stres).
- V průběhu OGTT porovnat koncentrace glukózy v různých typech odebraného materiálu (kapilární krev, kapilární plazma, žilní plazma, intersticiální tekutina).
- Na základě porovnání výsledků získaných při kontinuálním měření koncentrace glukózy se záznamy o aktivitách v průběhu testování zjistit případné další souvislosti.
- Pomocí laboratorních testů potvrdit předpoklad, že nepatřím do skupiny pacientů s poruchou metabolismu glukózy.

6.1 Seznam použitých pomůcek

Systém CGM: DexCom™ SEVEN® PLUS

Kalibrace: osobní glukometr Accu-Chek®Performa Nano
Kuchyňská váha Salter 1066 BKDT08

Laboratorní pomůcky:

- Analyzátor AU 680
- Analytické váhy Sartorius
- Kalibrovaná pipeta automatická nastavitelná 5 ml
- Laboratorní sklo (odměrný válec, kádinka)

Testované potraviny:

- zeleninový salát (100 g červené papriky, 100 g salátové okurky, 100 g rajčat)
- ovocný salát (100 g zralých banánů, 100 g pomerančů, 100 gramů jablek odrůdy Golden delicious)

Testované nápoje:

- Monster
- Coca Cola
- mléko polotučné Pilos
- minerální voda Korunní s příchutí lesní plody
- minerální voda Dobrá voda s příchutí jahoda
- káva z automatu slazená

Vyhodnocovací software:

- software firmy DexCom
- software firmy Microsoft

Kontinuální měření koncentrace glukózy v reálném čase je technologie, která vyžaduje od uživatele aktivní přístup. Pro kontinuální monitoraci jsem využila systém firmy DexCom označovaný Seven plus, který mi byl nabídnut k otestování MUDr. Hlaváčkovou. Bylo nutné, abych se nejprve podrobně seznámila s přístrojovým vybavením jeho možnostmi a zároveň i s úskalími, která s používáním této technologie souvisejí. Kromě odborných rad diabetoložky MUDr. Heleny Hlaváčkové jsem měla k dispozici podrobnou uživatelskou příručku firmy DexCom.

Protože se aktivně věnuji různým pohybovým aktivitám a zároveň se „kamarádím s moderními hračkami“, byla jsem vhodným testovacím objektem nejen pro ověření funkčnosti přístroje, ale zároveň i pro ověření jeho odolnosti při sportovních aktivitách.

Systém CGM Seven plus je vytvořen pomocí tří technologií, které fungují souběžně: senzoru, vysílače a přijímače. Senzor představuje jednorázovou pomůcku, jejíž aplikace se doporučuje do podkoží v oblasti břicha. Tento senzor je schopen nepřetržitě sledovat hladiny glukózy až po dobu 7 dní. Vysílač je opakovaně použitelné zařízení, které se dočasně pevně připojí k podložce senzoru. Vysílač bezdrátově vysílá údaje o glukóze naměřené pomocí senzoru do přijímače. Přijímač představuje ruční zařízení, které každých 5 minut přijímá a zobrazuje údaje o glukóze. Přijímač zobrazuje aktuální údaje o glukóze a ukazuje informace o trendu glukózy za poslední 1 hodinu, 3 hodiny, 6 hodin, 12 hodin a 24 hodin. Na přístroji lze nastavit výstrahy vysoké a nízké hladiny glukózy, zároveň přístroj upozorňuje na rychlé změny hladiny glukózy.

6.2 Technická specifikace měřidel

DEXCOM TM SEVEN®PLUS - přístroj pro kontinuální monitoraci hladin glukózy v intersticiální tekutině

Výrobce: DexCom, Inc. San Diego, CA, USA

Technické parametry přístroje DEXCOM TM SEVEN®PLUS [10]:

Obrázek 2 – Monitor CGMS



❖ Monitor (přijímač)

- Rozměry monitoru: 114 x 58 x 22 mm
- Hmotnost: 100 g
- Displej: podsvícený LCD – (na bázi tekutých krystalů)
- Přenos dat: USB kabel do PC
- Systémová paměť: uchová data nepřetržitého záznamu měření za období 30 dnů
- Frekvence měření: každých 5 minut ukládá do paměti údaje o úrovni hladiny glukózy. Na displeji se zobrazují aktuální hodnoty hladiny glukózy v mmol/l.
- Bezpečnostní alarmy: při překročení zadané dolní, resp. horní hranice glukózy přístroj vydá akustický nebo vibrační varovný signál. Funkce Snooze umožňuje nastavit v čase 30 min až 5 hodin opakování výstrahy na hodnoty překračující přednastavený stanovený cílový rozsah hladin glukózy.
- Bezpečnostní výstrahy: ztráta komunikace mezi vysílačem a přijímačem po 30 minutách od posledního spojení, vybití baterie, blížící se konec relace senzoru 6 hodin před ukončením, 3 hodiny, 30 minut a konec relace senzoru.
- Šipky trendů: systém zobrazuje trendovou šipkou poklesy či vzestupy hladin glukózy v těchto polohách:
 - horizontální – konstantně žádná změna
 - úhel 45 stupňů – pomalé stoupání mezi 0,05 mmol/l až 0,11 mmol/l za minutu
 - úhel 90 stupňů - stoupání mezi 0,11 mmol/l až 0,17 mmol/l za minutu
 - dvě šipky úhel 90 stupňů – rychlé stoupání více jak 0,17 mmol/l za minutu
 - úhel 45 stupňů – pomalé klesání mezi 0,05 mmol/l až 0,11 mmol/l za minutu
 - úhel 90 stupňů - klesání mezi 0,11 mmol/l až 0,17 mmol/l za minutu
 - dvě šipky úhel 90 stupňů – rychlé klesání více jak 0,17 mmol/l za minutu

- Kalibrace: 2 denně, maximálně po 12 hodinách, volný předkalibrační režim
- Inicializační čas: 2 hodiny po zavedení senzoru
- Napájení: akumulátorová baterie
- Životnost: garantovaná 12 měsíců
- Provozní podmínky: 0 až 45 °C relativní vlhkost 10-85%
- Skladovací podmínky: 0 až 45 °C relativní vlhkost 10-85%
- Záruka: 1 rok
- Zvláštní příslušenství: ochranné pouzdro na oděv či opasek

Obrázek 3 – Transmitter CGMS



❖ Transmitter (vysílač)

- Umožňuje RF přenos údajů o hladině glukózy z měřicího senzoru zavedeného do podkoží na vzdálenost 1,5 m
- Životnost: garantovaná 12 měsíců
- Vodotěsnost: odolnost proti tryskající vodě, dočasné ponoření do hloubky 1 m po dobu 30 minut.

Obrázek 4 – Senzor CGMS



❖ Senzor

- Životnost: minimálně 168 hodin měření
- Kalibrace: měření glykémie z kapilární krve na základě odběru krve z prstu
- Interval měření: 2,2-22,2 mmol/l
- Provozní podmínky: 10-42 °C maximální relativní vlhkost 85%
- Skladovací podmínky: 0-45 °C relativní vlhkost 10-85%

- Expirace: 5 měsíců
- Ochrana proti vlhku: odolnost proti tryskající vodě, dočasné ponoření do hloubky 1 m po dobu 30 minut.
- Přenos dat: prostřednictvím USB kabelu a softwaru DexCom Data Manager ® DM3
- Kalibrace: pro kalibraci přístroje je pomocí funkce Open Choise systému Seven plus možno využít jakýkoli komerčně distribuovaný osobní glukometr.

Já jsem pro kalibraci používala přístroj firmy Roche Accu-Chek® Performa Nano.

Obrázek 5 – Glukometr Accu-Chek® Performa Nano



Popis přístroje Accu-Chek® Performa Nano [21]:

- Velký podsvícený displej umožňuje dobrou čitelnost
- Výsledky měření do 5 sekund
- Malá velikost kapky krve do 0,6 µl pro jemné testování
- Označení preprandiálních a postprandiálních hodnot umožňuje lepší kontrolu glykémie
- 7, 14, 30 a 90 denní průměry měření
- Paměť na 500 výsledků měření s datumem a časem
- Infraport pro přenos dat
- Možnost přenést data do počítače použitím Accu-Chek® Smart Pix

Technická specifikace

- Displej: LCD
- Automatické zapnutí vložení proužku
- Automatické vypnutí po vytažení proužku (5 sekund)
- Automatické vypnutí po 2 minutách, jestliže není glukometr používán
- Napájení: dvě 3V lithiové baterie (CR2032)
- Životnost baterie: průměrně 1000 měření
- Čas měření: 5 sekund
- Provozní teplota: 6 °C až 44 °C
- Skladovací podmínky glukometru: 25 °C až 70 °C bez baterie, -10 °C až +50 °C s baterií
- Relativní vlhkost: 10 až 90%
- Paměť: 500 výsledků měření s datumem a časem
- Rozměr: 43 x 69 x 20 mm
- Hmotnost: 40 g (s baterií)

6.3 Testování použitých měřidel

K ověření přesnosti měření použitého glukometru bylo v Centru laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy provedeno srovnávací měření na biochemickém analyzátoru AU 680 a mnou používaném glukometru Accu-Chek® Performa Nano na 10 vzorcích odběrů z kapilární krve při koncentracích glukózy 3,3 až 16,9 mmol/l. Výsledky měření jsou shrnuty v tabulce 1 a grafu 1.

Princip stanovení glukózy na srovnávacím analyzátoru AU 680

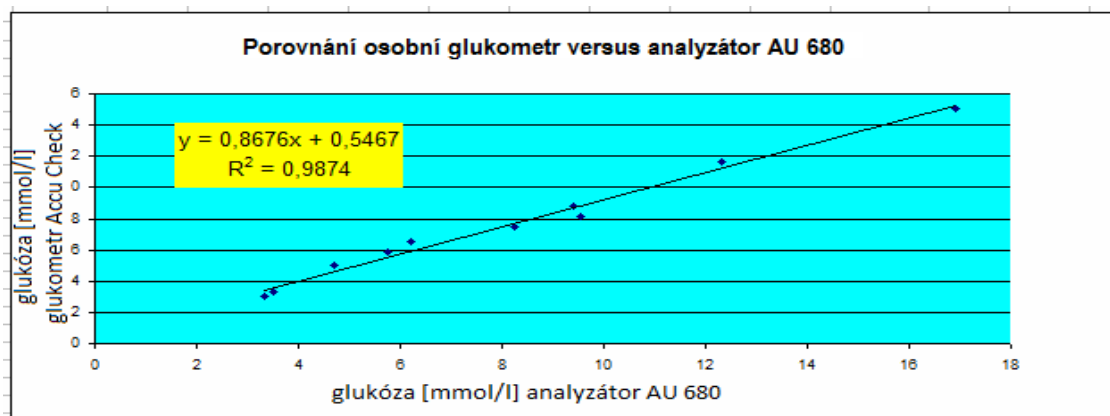
Glukóza je za přítomnosti adenosintrifosfátu (ATP) a hořčatých iontů přeměňována hexokinázou (HK) na glukóza-6-fosfát, který je oxidován glukóza-6-fosfát dehydrogenázou (G6PD) na glukonát-6-fosfát za současné redukce NAD^+ na NADH. Zvýšení absorbance (měřeno při 340 nm) způsobené zvýšením koncentrace NADH je úměrné koncentraci glukózy ve vzorku.



Tabulka 1 – Porovnání měřidel osobní glukometr Accu-Chek® Performa Nano versus biochemický analyzátor AU 680

Pořadové číslo vzorku	Analyzátor AU 680 (kapilární plazma) glukóza [mmol/l]	Glukometr Accu Check Performa Nano (kapilární krev) glukóza [mmol/l]	Delta [mmol/l]	Delta [%]
1	3,33	3,0	0,33	9,9
2	9,53	8,2	1,33	14,0
3	8,24	7,5	0,74	9,0
4	12,30	11,6	0,70	5,7
5	16,90	15,1	1,80	10,7
6	9,41	8,8	0,61	6,5
7	4,71	5,0	-0,29	-6,2
8	5,76	5,9	-0,14	-2,4
9	3,51	3,3	0,21	6,0
10	6,22	6,5	-0,28	-4,5

Graf 1 – Porovnání měřidel osobní glukometr Accu-Chek® Performa Nano versus biochemický analyzátor AU 680



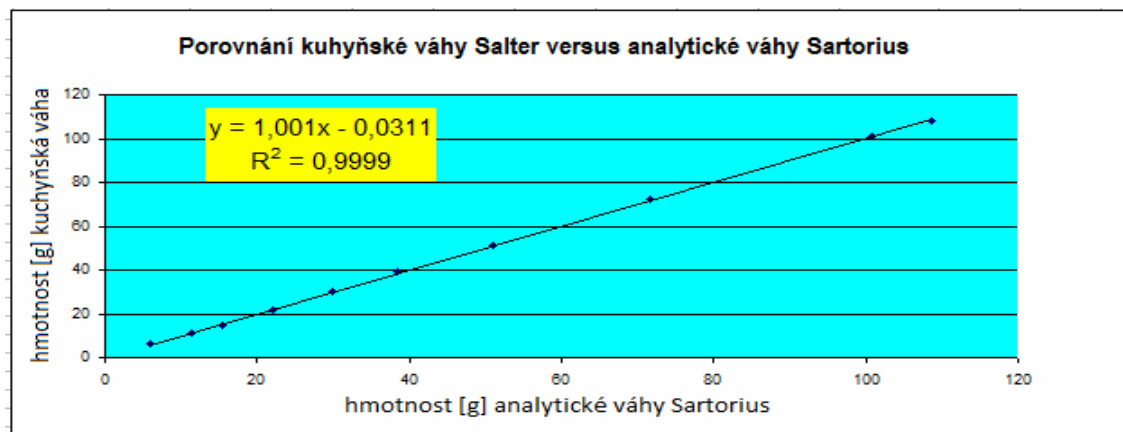
Porovnáním zjištěných koncentrací glukózy na analyzátoru AU 680 a glukometru Accu-Chek® Performa Nano lze konstatovat, že osobní glukometr používaný v průběhu testování ke kalibraci CGMS splňuje předepsané požadavky na správnost měření vycházející z doporučení odborných společností. Pro koncentrace $\geq 5,6$ mmol/l má být odchylka menší než 15% a pro koncentrace $< 5,6$ mmol/l má být odchylka menší než 0,8 mmol/l. [1, 13]

Protože jsem v některých testech prováděla přesné navážky potravin, potřebovala jsem mít k dispozici ověřené váhy. Pro vážení jsem používala kuchyňské váhy značky Salter. Přesnost vah Salter jsem ověřila srovnávacím stanovením navážek na analytických vahách Sartorius v Centru laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy. Výsledky srovnávacího měření jsou uvedeny v tabulce 2 a grafu 2.

Tabulka 2 – Porovnání měřidel kuchyňská váha Salter versus kalibrované analytické váhy Sartorius

Pořadové číslo	Sartorius [g]	Salter [g]	Delta [g]	Delta [%]
1	5,8121	6	-0,19	-3,2
2	11,4412	11	0,44	3,9
3	15,4525	15	0,45	2,9
4	22,1321	22	0,13	0,6
5	29,8431	30	-0,16	-0,5
6	38,4301	39	-0,57	-1,5
7	51,0020	51	0,00	0,0
8	71,5713	72	-0,43	-0,6
9	100,7220	101	-0,28	-0,3
10	108,5220	108	0,52	0,5

Graf 2 – Porovnání měřidel kuchyňská váha Salter versus kalibrované analytické váhy Sartorius



Podle zjištěných dat lze konstatovat, že kuchyňské váhy Salter v testovaném rozsahu hmotností splňují údaj uvedený výrobcem, který udává odchylku v přesnosti měření ± 1 g. Mírné odchylky od stanovení provedených analytickými vahami byly způsobeny především tím, že kuchyňské váhy zobrazovaly hmotnosti bez desetinných míst. Z výsledků měření rovněž vyplývá, že testované kuchyňské váhy jsou vhodné pro jejich využití v rámci zamýšleného testování.

6.4 Hodnocení změn koncentrace glukózy v závislosti na příjmu sacharidů

V průběhu kontinuální monitorace koncentrace glukózy jsem sledovala změny v koncentraci glukózy v závislosti na příjmu vybraných tekutin a potravin.

Pro větší názornost a snazší porovnání změn v koncentracích glukózy jsem při hodnocení pokusů sledovala vzestup koncentrace glukózy vyjádřený v %. Tento způsob hodnocení mi umožnil zohlednit variabilní počáteční koncentrace glukózy v době pokusů. Hodnota 100% byla v pokusu představována počáteční koncentrací glukózy, tj. koncentrací glukózy v intersticiu zachycenou při CGM v čase pokusu $T = 0$ minut.

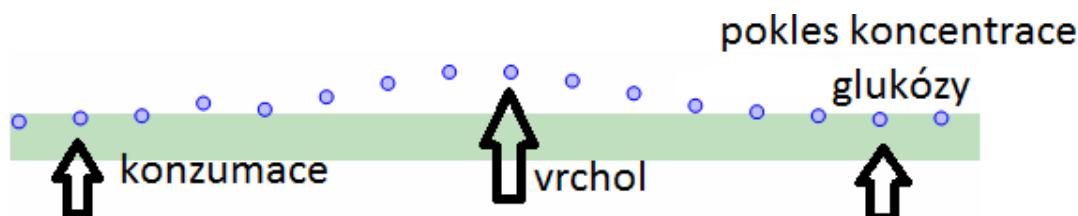
Jako kontrolu objektivnosti hodnocení tímto způsobem jsem jako vnitřní kontrolu experimentu volila pokus se sledováním vzestupu koncentrace glukózy po opakovaném požití 200 ml nápoje, kterým byla ochucená minerální voda (minerální voda Korunní s příchutí lesní plody, zkratka KLP), a to při různých počátečních koncentracích glukózy. Výsledky pokusu jsou shrnuty v tabulce 3.

Tabulka 3 – Vnitřní kontrola experimentu

Nápoj 200 ml	Obsah sacharidů [g/100ml]	Relativní vzestup koncentrace glukózy [%]	Vzestup koncentrace glukózy [%]	Čas, za který byla dosažena maximální koncentrace glukózy [min]	Celkový čas metabolizace [min]
Minerální voda (KLP)	4,9	118,7	18,7	20	50
Minerální voda (KLP)	4,9	115,1	15,1	20	50
Minerální voda (KLP)	4,9	115,9	15,9	20	50
Aritmetický průměr	4,9	116,6	16,6	20	50

Ze tří měření v různém čase a s odlišnou počáteční koncentrací glukózy jsem porovnáním průběhů zjistila, že vzestupy koncentrace glukózy vyjádřené v % ze všech tří nezávislých měření se od průměrné hodnoty v absolutním vyjádření liší maximálně o 1,1 %, tzn. že pokud hodnoty vztáhneme k průměrné hodnotě vzestupu 16,6, je relativní odchylka všech stanovení menší než 13 %, což je méně, než je doporučená chyba stanovená pro osobní glukometr využívaný pro kalibraci systému CGM. [1, 13] Doba dosažení maximální koncentrace glukózy v intersticiu a celkový čas metabolizace byly ve všech případech shodné. Na základě tohoto pokusu jsem učinila závěr, že použitá metodika je pro daný účel hodnocení vhodná.

Obrázek 6 – Schematické znázornění odečtu koncentrace glukózy



První šipka „konzumace“ označuje čas $T = 0$ minut, druhá šipka „vrchol“ označuje maximální dosaženou koncentraci glukózy v průběhu pokusu, třetí šipka „pokles koncentrace glukózy“ označuje návrat hladiny glukózy na počáteční koncentraci. Jednotlivé body představují hodnoty průměrné koncentrace glukózy v pětiminutových intervalech tak, jak jsou zaznamenány v přijímači systému kontinuální monitorace.

Každý bod představuje konkrétní průměrnou koncentraci glukózy v daném okamžiku, která se zobrazí na monitoru přístroje po jejím označení nebo se zobrazí následně ve vyhodnocovacím programu. Doby dosažení maximální koncentrace glukózy a čas, za který dojde opět k návratu k původní hodnotě (v textu označováno též jako celkový čas metabolizace), jsem spolu s relativními vzestupy koncentrace glukózy zaznamenávala do tabulek. Přesnost časových údajů je omezena pětiminutovými intervaly v nichž přístroj hodnoty vydává. Vzhledem ke zjištěnému literárnímu údaji [14], že sacharidy přijaté v potravě mohou být metabolizovány 2-3 hodiny, volila jsem mezi jednotlivými testy interval nejméně 3 hodiny.

6.5 Orální glukózový toleranční test – přípravná fáze a hodnotící kritéria

Poslední den při kontinuální monitoraci koncentrace glukózy jsem absolvovala orální glukózový toleranční test.

Provedení a hodnocení OGTT:

V rámci testování OGTT se hodnotí koncentrace plazmatické glukózy v plazmě žilní krve nalačno a po 2 hodinách po zátěži 75 g glukózy.

Tabulka 4 – Rozhodovací meze OGTT (120 minut po zátěži glukózou)

Glukóza [mmol/l]	Interpretace
< 7,8	Vyloučení diabetu mellitu
≥ 7,8 až < 11,1	Porušená glukózová tolerance
≥ 11,1	Diabetes mellitus

Preanalytické vlivy

Biologickým materiálem pro OGTT je plazma žilní krve. V plazmě kapilární krve je za běžných okolností stejná koncentrace glukózy jako v plazmě žilní krve. Avšak po zátěži glukózou může činit rozdíl mezi koncentrací glukózy v kapilární a žilní krvi 25% i více. Také mezi koncentracemi glukózy v plné krvi a v plazmě jsou významné rozdíly. Uvedených hodnot rozhodovacích limitů nemůže být použito, je-li při OGTT použito plné žilní krve nebo materiálu provedeného kapilárním odběrem. Reprodukovatelnost klasifikace diabetu mellitu pomocí jednoho provedení OGTT se pohybuje v rozmezí pouze 50 -70%. Malabsorpce, nauzea a kouření v průběhu testu ovlivňují výsledek OGTT. [13]

Příprava na OGTT

Pacient 3 dny před odběrem jí obvyklou stravu, která obsahuje minimálně 150-200 g sacharidů denně. Nejméně 3 dny před provedením testu by měl pacient po dohodě s lékařem vysadit glukokortikoidy, diuretika, betablokátory, tyroidální hormony. Minimální doba hladovění před testem je 10-12 hodin. [22]

6.6 Plán doprovodných testů v průběhu OGTT

V průběhu OGTT jsem porovnávala koncentrace glukózy nalačno a ve 120. minutě stanovené v žilní plazmě biochemickým analyzátozem AU 680 s koncentracemi glukózy v plazmě kapilární krve stanovenými na téže analyzátozu a koncentracemi glukózy měřenými osobním glukometrem v kapilární krvi a koncentracemi glukózy zachycenými v intersticiu při CGM.

V průběhu OGTT jsem rovněž porovnávala zjištěné koncentrace glukózy stanovené osobním glukometrem s koncentracemi glukózy zachycenými při CGM. Odběry byly provedeny 5 minut před požitím roztoku glukózy (odběr nalačno), dále v 32., 51., 91. a 120. minutě OGTT.

6.7 Výběr testů k vyloučení poruchy metabolismu glukózy

V průběhu testování jsem podstoupila provedení laboratorních testů k vyloučení přítomnosti diabetu mellitu, eventuálně prediabetu. Laboratorním testem 1. volby je stanovení koncentrace plazmatické glukózy nalačno. V případě hraničního výsledku testu FPG nebo při přítomnosti suspektní klinické symptomatologie a při negativním výsledku FPG je v rámci testování doporučováno provést OGTT. [13]

Dalším parametrem, který ADA (American Diabetes Association) v roce 2010 doporučila jako diagnostické kritérium je glykovaný hemoglobin. [23, 24] V ČR zatím není hodnota glykovaného hemoglobinu zařazena mezi diagnostická kritéria DM.

Vzhledem k možnostem poskytnutým Centrem laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy jsem si nechala provést stanovení FPG i stanovení glykovaného hemoglobinu a podstoupila jsem OGTT (viz. příloha A).

7 Výsledky

Výsledky provedených testů jsou shrnuty ve formě tabulek a grafů a jsou doplněny obrázky získanými z vyhodnocovacího softwaru DexCom z CGM.

Tabulka 5 – Test nápojů s různým obsahem sacharidů

Nápoj 200 ml	Obsah metabolizovatelných sacharidů [g/100ml]	Vzestup koncentrace glukózy [%]	Čas, za který byla dosažena maximální koncentrace glukózy [min]	Celkový čas metabolizace [min]
Mléko polotučné	4,8	13,9	20	55
Minerální voda (KLP)	4,9	16,6	20	50
Minerální voda (DVJ)	6,0	31,6	25	50
Káva automat, slazená	¹⁾ cca 6-9	39,9	25	65
Coca Cola	10,6	50,9	25	60

¹⁾ neznámý, odhadnutý obsah sacharidů

Tabulka 6 – Porovnání průběhu metabolizace glukózy po podání glukózy při OGTT a po konzumaci energetického nápoje se zvýšeným obsahem kofeinu

Nápoj	Obsah metabolizovatelných sacharidů [g]	Vzestup koncentrace glukózy [%]	Čas, za který byla dosažena maximální koncentrace glukózy [min]	Celkový čas metabolizace [min]
Roztok glukózy (0,25 l) oGTT	75	65,7	40	120
Monster (0,68 l)	75	95,5	40	115

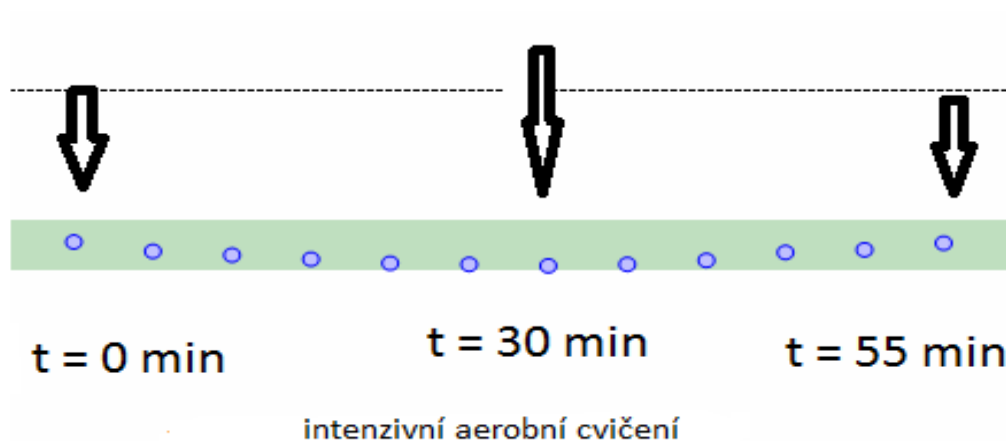
Tabulka 7 – Porovnání vzestupu koncentrace glukózy a času metabolizace glukózy po požití potravin a nápojů s různým glykemickým indexem

Druh potravin	Obsah metabolizovat. sacharidů celkem [g]	Vzestup koncentrace glukózy [%]	Čas, za který byla dosažena maximální koncentrace glukózy [min]	Celkový čas metabolizace glukózy [min]	Glyk. Index GI
Zeleninový salát 300 g (paprika, rajče, okurka)	¹⁾ 6-9	25	35	100	²⁾ 15-30
Ovocný salát 300 g (banán, jablko, pomeranč)	¹⁾ 30-35	53,8	35	90	²⁾ 35-50
Coca Cola (0,3 l)	31,8	63,3	35	75	²⁾ 65-70

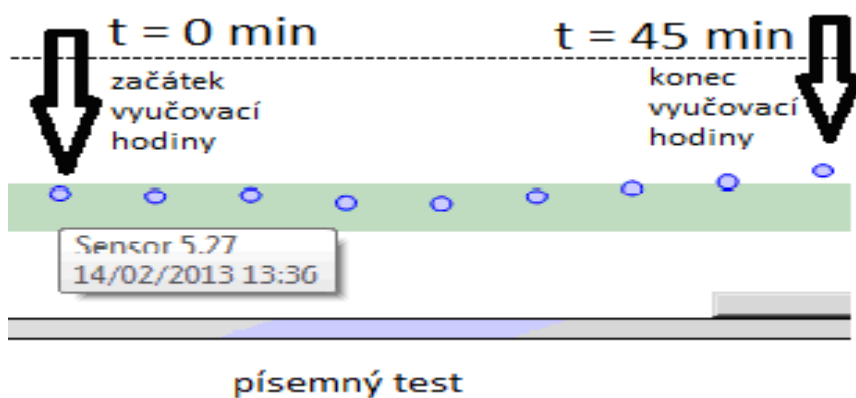
¹⁾ zdroj: www.kaloricketabulky.cz (přibližný odhad, obsah sacharidů je závislý na stupni zralosti)

²⁾ zdroj: www.glycemicindex.com (hodnota GI závisí na stupni zralosti a může být individuálně variabilní)

Obrázek 7 – Reakce organismu na fyzickou zátěž



Obrázek 8 – Reakce organismu na stres



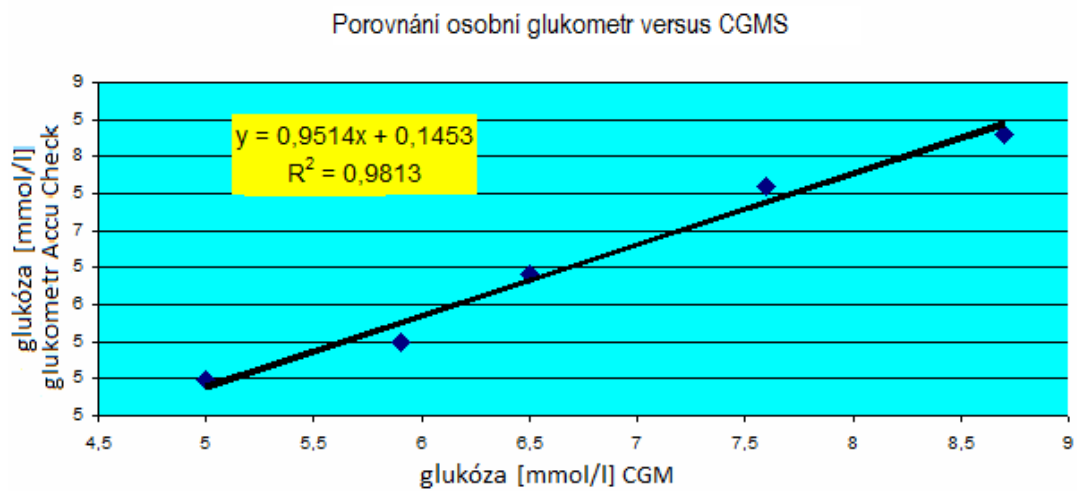
Tabulka 8 – Porovnání zjištěných koncentrací glukózy za použití různých typů odběrů a měřidel v průběhu OGTT

Doba odběru	Žilní plazma AU 680	Kapilární plazma AU 680	Kapilární krev osobní glukometr	Intersticiální tekutina kontinuální monitorace
Koncentrace glukózy [mmol/l] odběr nalačno	5,08	4,71	5,0	4,99
Koncentrace glukózy [mmol/l] odběr po 120 min	5,09	5,76	5,9	5,5

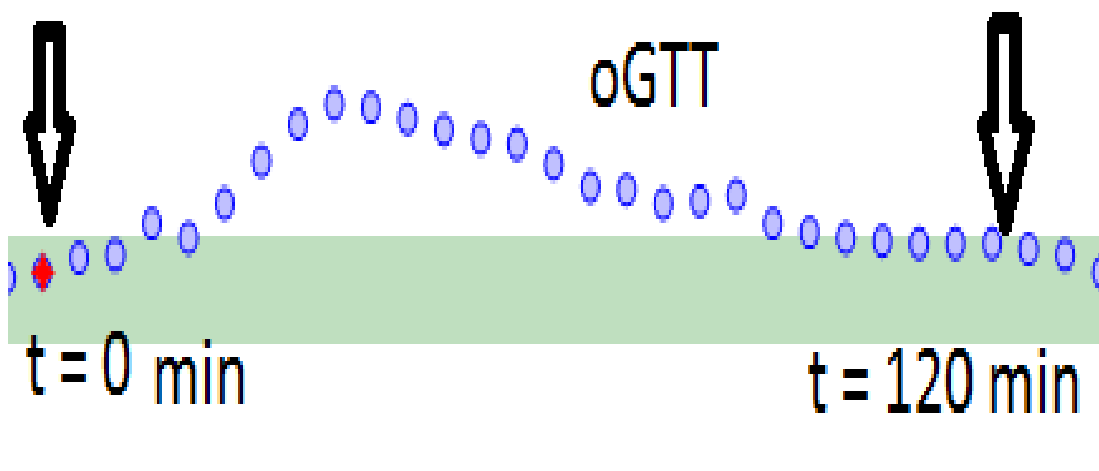
Tabulka 9 – Porovnání glukometru versus CGMS

Měřicí systém	Čas -5 min	Čas 32 min	Čas 51 min	Čas 91 min	Čas 120 min
Osobní glukometr koncentrace glukózy [mmol/l]	5,0	8,7	7,6	6,5	5,9
Kontinuální měření koncentrace glukózy [mmol/l]	4,99	8,3	7,6	6,4	5,5

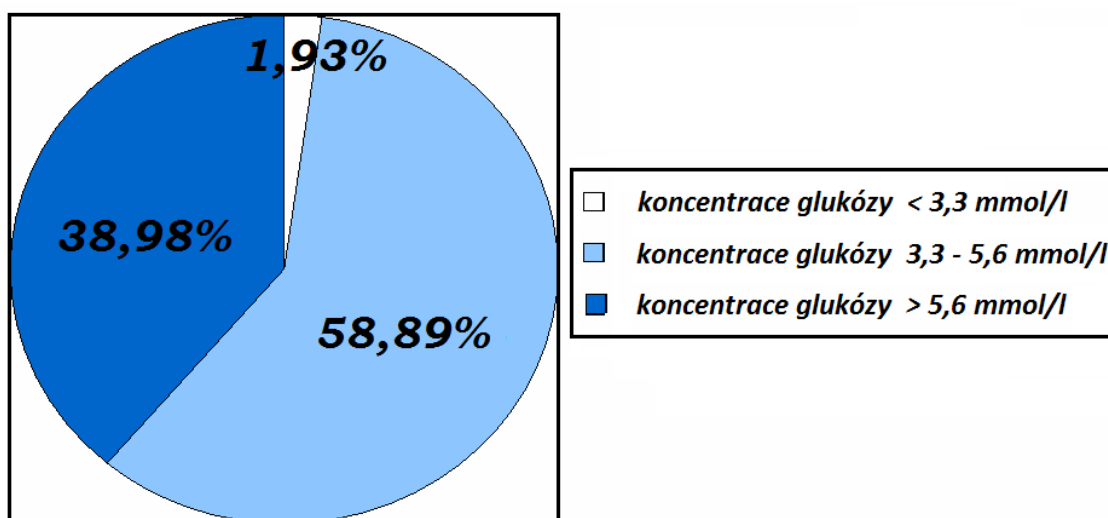
Graf 4 – Porovnání glukometru versus CGMS



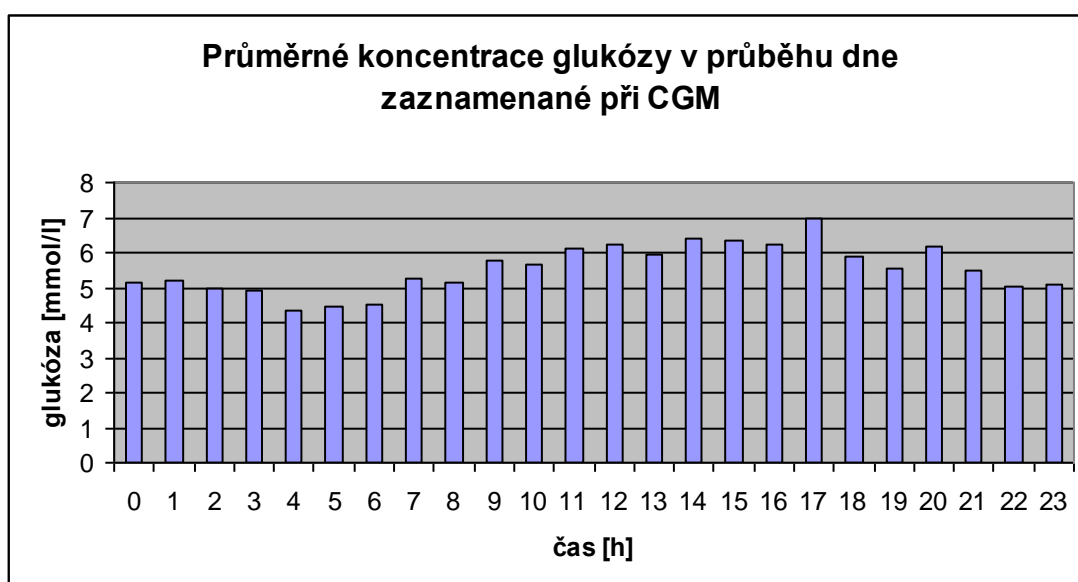
Obrázek 9 – Průběh OGTT zaznamenaný CGMS



Graf 5 – Relativní zastoupení hypoglykémie, normoglykémie a hyperglykémie v průběhu testování



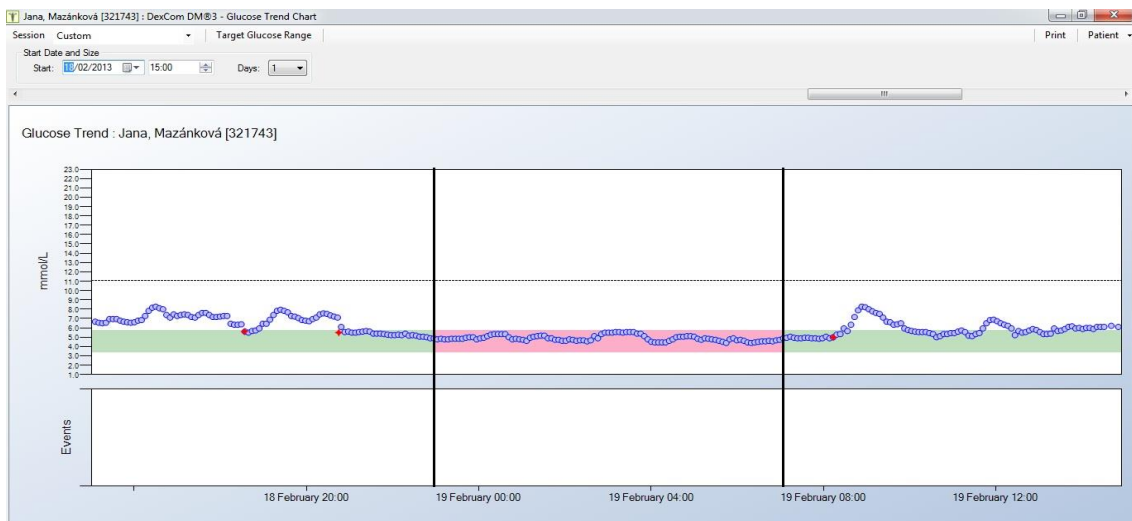
Graf 6 – Průměrné koncentrace glukózy v průběhu dne zaznamenané při CGM



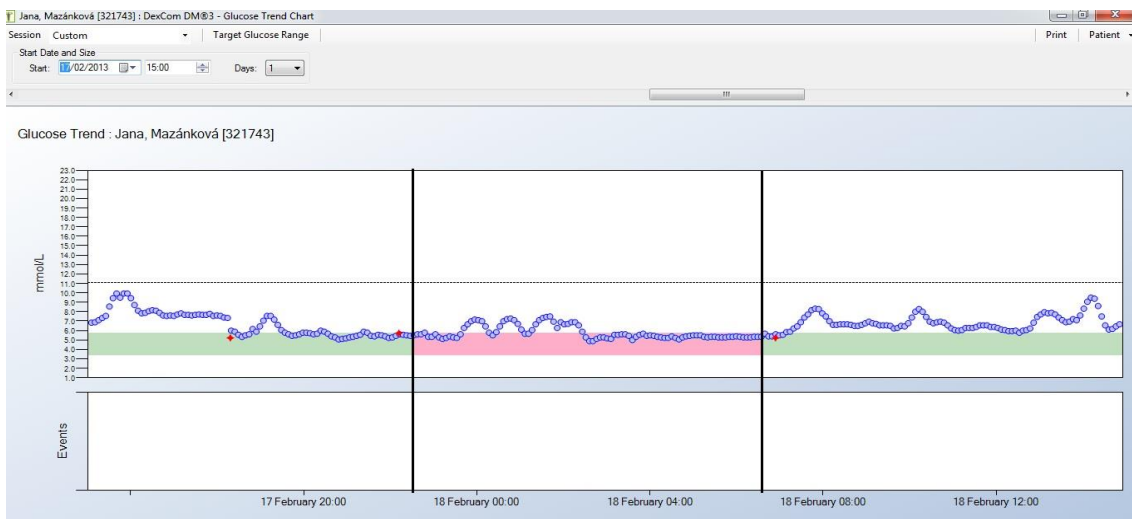
Tabulka 10 – Porovnání pravidelného a nepravidelného režimu

Datum	Počet měření	Průměrná koncentrace glukózy [mmol/l]	Variační koeficient [%]
15.02. 2013	287	5,07	25,39
16.02. 2013	284	5,06	27,59
17.02. 2013	283	6,21	19,38
18.02. 2013	288	6,37	15,31

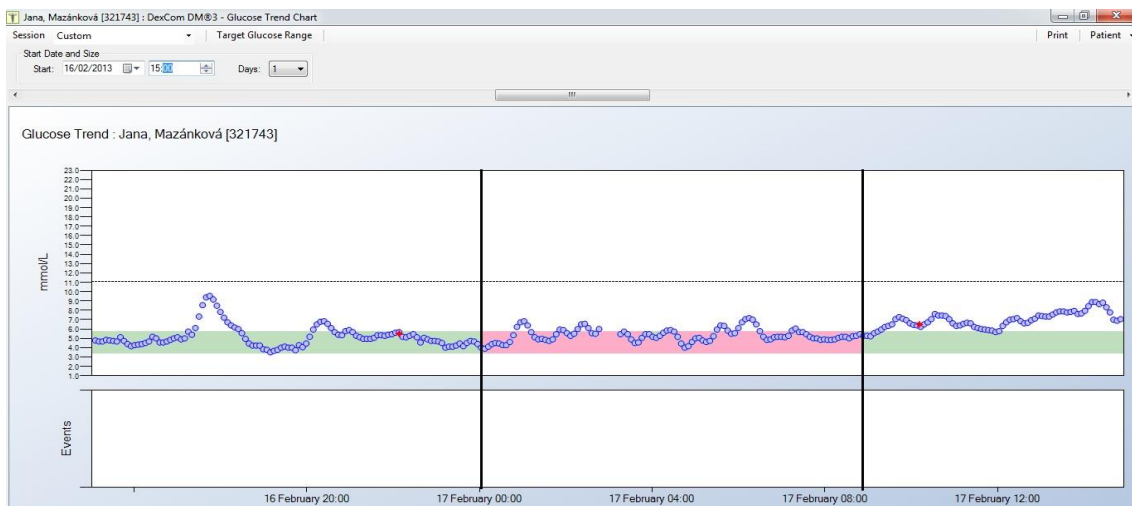
Obrázek 10 – Klidný spánek



Obrázek 11 – Částečně neklidný spánek



Obrázek 12 - Neklidný spánek



Tabulka 11 – Porovnání výsledků laboratorních testů s diagnostickými kritérii DM

Laboratorní test	Stanovená koncentrace analytu	Hraničně zvýšená koncentrace, zvýšené riziko DM	Zvýšená koncentrace, průkaz DM
glykémie v plazmě nalačno [mmol/l]	5,08	5,6-7,0	> 7
Koncentrace glukózy ve 120. minutě OGTT [mmol/l]	5,09	≥ 7,8 a < 11,1	> 11,1
¹⁾ Glykovaný hemoglobin [mmol/mol]	33	39-46	> 46

¹⁾ Glykovaný hemoglobin není zařazen jako diagnostické kritérium DM v současné době platném doporučení ČDS a ČSKB, diagnostické kritérium převzato z doporučení ADA (American Diabetes Association). [17, 23, 24]

8. Diskuze a hodnocení výsledků

Průběh kontinuální monitorace koncentrace glukózy jsem podle předpokladu vyhodnocovala podle několika hledisek:

1. Podle zadání jsem se snažila otestovat CGMS z pohledu funkčnosti, možnosti ovládání a uživatelského komfortu.
2. Podle plánu jsem v průběhu monitorace provedla několik zátěžových testů, které jsem sledovala a hodnotila na základě relativního vzestupu koncentrace glukózy (reakce na definovaný příjem nápojů a potravin, změny koncentrace glukózy při orálním glukózovém tolerančním testu, reakce na fyzickou námahu, reakce na stres).
3. V průběhu OGTT jsem provedla orientační srovnání stanovených koncentrací glukózy v různých typech odebraného materiálu (kapilární krev, kapilární plazma, žilní plazma, intersticiální tekutina).
4. Na základě porovnání výsledků získaných při kontinuálním měření koncentrace glukózy se záznamy o aktivitách v průběhu testování, jsem zjistila nové souvislosti (kolísání koncentrace glukózy v době spánku, koncentrace glukózy v závislosti na stravovacím režimu).
5. Pomocí laboratorních testů jsem se snažila potvrdit předpoklad, že nepatřím do skupiny pacientů s poruchou metabolismu glukózy.

8.1 Moje praktické zkušenosti se systémem CGM

V rámci testování jsem měla možnost použít systém CGM firmy DexCom nazývaný Seven plus. Použitý systém CGM umožňuje kontinuální monitoraci koncentrace glukózy v intersticiu v pětiminutových intervalech po dobu 7 dnů.

Podle doporučení výrobce mi byl senzor za asistence zástupce distributora systému CGM zaveden do podkoží v oblasti břicha. Zavedení senzoru jsem se sice obávala, ale samotný úkon byl rychlý a téměř bezbolestný. Přesto, že výrobce upozorňuje na možné ojediněle se vyskytující nežádoucí reakce na implantovaný senzor, nebyly v mém případě tyto komplikace zjištěny.

Po zavedení senzoru následovala podle doporučení výrobce dvouhodinová inicializace systému. Aby údaje ze senzoru mohly být převedeny na aktuální koncentrace glukózy, bylo nutno provádět tzv. kalibraci přístroje, která spočívala v zadání aktuální hodnoty koncentrace glukózy zjištěné v kapilární krvi pomocí osobního glukometru. Pro kalibraci jsem používala přístroj firmy Roche glukometr Accu check Performa Nano. Součástí soupravy Accu check Performa Nano bylo i tzv. lancetové pero, které mně díky vystřelovacímu mechanismu pro lancety výrazně ulehčilo odběry kapilární krve z prstu potřebné pro testování osobním glukometrem. Koncentrace glukózy zjištěné glukometrem jsem při kalibraci zadávala prostřednictvím softwaru do přijímače. Dodržovala jsem doporučený minimální interval kalibrací, tj. 2x za 24 hodin, tedy přibližně po 12 hodinách.

Výrobce doporučena vzdálenost pro bezpečný přenos dat mezi vysílačem a přijímačem je 1,5 m. S přenosem dat jsem neměla problém, protože většinu doby aktivního používání jsem přijímač nosila v pouzdru připevněném k pasu. Pro ověření údaje výrobce jsem testovala vzdálenost, při které byly informace spolehlivě přenášeny. Při vzdálenosti do 2 m jsem nezaznamenala žádná omezení v přenosu dat, při vzdálenosti okolo 3 m již byly občasné výpadky v přenosu zaznamenány. Spolehlivost přenosu dat podle výrobce souvisí s životností baterie vysílače a pokud se blíží konec její životnosti, může být funkční komunikační vzdálenost i nižší než deklarovaných 1,5 m.

Prověřila jsem i údaje výrobce týkající se nabití dobíjecí baterie v přijímači. Doba úplného nabití v souladu s údajem výrobce trvala cca 3 hodiny. Výdrž baterie na 1 nabití souvisí s frekvencí akustických alarmových hlášení. Já jsem baterie dobíjela 2x. Nejprve na počátku experimentu a po 99 hodinách provozu, což je v souladu s tvrzením výrobce, že na 1 nabití lze přístroj provozovat po dobu 3-5 dnů.

Další údaj, který jsem měla možnost částečně ověřit je voděodolnost přístroje. Výrobce udává odolnost proti tryskající vodě a odolnost při dočasném ponoření do hloubky 1 m po dobu 30 minut. Testovala jsem přístroj pouze v odolnosti proti tryskající vodě, a to při sprchování. Po celou dobu nošení přístroje, kdy jsem se denně sprchovala, jsem nezaznamenala vliv sprchování na funkčnost přístroje.

Přístroj umožňuje nastavit alarmová hlášení volitelně. Nastavení je doporučeno konzultovat s ošetřujícím lékařem (u diabetiků se volí zpravidla hodnota mezi 4-5 mmol/l pro spodní mez a cca 10-14 mmol/l pro horní mez), zároveň je výrobcem fixně přednastaveno alarmové hlášení při poklesu hladiny glukózy pod 3,1 mmol/l. Kromě nastavených mezí alarmů přístroj rovněž upozorňuje uživatele prostřednictvím trendových šipek o významném poklesu nebo vzestupu glykémie. O tom, že alarmy fungují, jsem se přesvědčila velmi dobře hned při prvním nočním užívání, protože mě alarm oznamující hypoglykémii průběžně budil. Nastavení úrovně hypoglykémie a hyperglykémie by mělo být individuální v souladu s novými trendy personalizace v medicíně. [20]

Zatímco hodnoty klesající pod 4 mmol/l mohou být u diabetiků již potenciálně nebezpečné, a tudíž jsou zpravidla hlídány alarmem, v mém případě, tj. u člověka bez prokázaného diabetu, jsou tyto hodnoty ještě v souladu s referenčními koncentracemi pro glukózu nalačno. Protože jsem byla pouze testující uživatel, funkci akustických alarmů jsem v dalším průběhu monitorování nevyužívala.

Výrobce doporučené teplotní rozmezí pro systém Seven plus je 10-42 °C. Systém jsem využívala v únoru, tj. v době, kdy se venkovní teploty pohybovaly i pod bodem mrazu, přesto jsem teplotní vliv na funkčnost systému nezaznamenala (citlivý senzor aplikovaný v podkoží byl před výkyvy teplot chráněn).

CGMS Seven plus má volitelný režim uzavřeného a otevřeného módu kontinuální monitorace. Já jsem pro účely testování využívala otevřený, tzv. real-time mód. To znamená, že jsem již v průběhu testování měla prostřednictvím displeje možnost sledovat aktuální koncentrace glukózy a tzv. trendové obrazovky za 3, 6, 12 a 24 hodin, na kterých byl zobrazen grafický záznam koncentrace glukózy za zvolený časový interval. Jak jsem „na vlastní kůži“ poznala, sledování koncentrace v reálném čase může být velmi přínosným zdrojem informací pro představu o tom, jak organismus s glukózou hospodaří v závislosti na různých vnějších podnětech (příjem potravy, fyzická námaha, stres). U diabetiků je tato výhoda rozšířena o možnost reagovat na aktuální výkyvy koncentrace glukózy aktivní přiměřenou intervencí. V současné moderní medicíně je využití technologie CGM rozšířeno spojením s technologií inzulínové pumpy. [3, 6, 8, 9, 11, 25]

Přístroj rovněž umožňuje uživateli vkládat základní informace o zvláštních událostech v průběhu kontinuálního měření (pomocí grafických ikon lze označit např. čas příjmu potravy, fyzickou zátěž, podání inzulínu), tuto funkci jsem nevyužila, protože jsem si vedla podrobnější externí záznamy.

Softwarové vybavení přístroje umožňující kontinuální měření koncentrace glukózy je, jak jsem měla možnost posoudit, přehledné. S orientací v jednotlivých oknech programu jsem neměla problémy, dá se říci, že po nutném zaškolení lze přístroj v otevřeném módu používat téměř intuitivně.

V průběhu užívání systému CGM jsem nezaznamenala závažné problémy. Při užívání systému CGM je nutno mít na zřeteli doporučení výrobce ohledně případných omezení (aplikace inzulínu nejméně 8 cm od senzoru, v průběhu monitorace vyloučit užívání preparátů s paracetamolem, neprovádět vyšetření magnetickou rezonancí). Podle krátkodobých osobních zkušeností se zdá být použitý systém CGM jako dostatečně robustní. Senzor s vysílačem neomezuje uživatele v běžných sportovních aktivitách. Pokud chce být uživatel monitorován i v průběhu sportovního výkonu, je nutno zajistit dobré uchycení přijímače. Já jsem to řešila vložení přijímače do obalu a jeho přichycením na oblečení v oblasti pasu. Takto jsem bez problému absolvovala i zápas v sálové kopané. Je třeba však pamatovat na to, že zejména při kontaktních sportech, nelze stoprocentně vyloučit možné mechanické poškození přijímače, eventuelně vysílače se senzorem. Rovněž v osobní hygieně jsem nebyla nikterak omezována, pravidelné sprchování se neprojevovalo ve funkci senzoru a vysílače a zvýšená vlhkost v prostoru koupelny nečinila problémy ani přijímači. Pokud jsem měla možnost posoudit, pak přístroj splňuje parametry deklarované výrobcem, jeho ovládání je intuitivní, frekvence kalibrace 2x denně je přiměřená, navíc významně neomezuje uživatele v jeho běžných aktivitách. Jestliže bych měla přístroj posuzovat podle svých zkušeností, přístroj bych doporučila. Je však na zvážení lékaře, jestli u konkrétního pacienta je vhodné použití monitorování v reálném čase, které vyžaduje důkladné zaškolení a aktivní přístup pacienta a nebo je vhodnější využití uzavřeného módu CGM, jehož použití je méně komplikované.

Samozřejmě, že mé doporučení vychází pouze z krátkodobého užívání systému CGM a je jen zrnkem písku z celé hromady zkušeností nejen s tímto, ale i s konkurenčními systémy CGM. Každopádně jsem velmi ráda, že mi byla poskytnuta možnost a důvěra systém otestovat a že jsem tak získala i možnost přispět alespoň malým dílem ke zpopularizování této progresivní technologie.

8.2 Sledování změn koncentrace glukózy při reakci na vnější podněty

V průběhu sledování jsem podstoupila několik testů s konzumací potravin a nápojů s definovanou, případně podle tabulkových hodnot odhadnutou, koncentrací metabolizovatelných sacharidů. Reakce na příjem nápojů s různým obsahem sacharidů jsem shrnula v tabulce 5. Podle předpokladu, po požití nápojů s vyšším obsahem sacharidů, došlo k vyššímu relativnímu vzestupu koncentrace glukózy. Se zvyšující se koncentrací sacharidů se rovněž mírně prodloužila doba dosažení maxima a celkový čas metabolizace glukózy. Do srovnávacího pokusu jsem zahrnula i slazenou kávu z automatu, u které jsem neznala obsah sacharidů. Porovnáním se změnami vzestupu koncentrace glukózy u ostatních nápojů lze předpokládat, že v kávě z automatu by se mohl obsah sacharidů pohybovat v rozsahu cca od 6 do 9 g na 100 ml.

V průběhu testování jsem rovněž porovnávala změny v koncentraci glukózy po podání roztoku se 75 g glukózy (při OGTT) a po konzumaci nápoje se stejným obsahem metabolizovatelných sacharidů, který obsahoval zvýšenou koncentraci kofeinu (energetický nápoj Monster). Porovnání je zachyceno v tabulce 6. Po požití energetického nápoje byl zachycen výraznější vzestup koncentrace glukózy. Protože energetický nápoj obsahuje zvýšenou koncentraci kofeinu (32 mg kofeinu ve 100 ml nápoje), je možné, že výraznější vzestup koncentrace glukózy je způsoben v odborné literatuře popisovanou přechodnou inhibicí účinku inzulínu kofeinem [26], přičemž díky přechodné inhibici účinku inzulínu a tím způsobenému vzestupu koncentrace glukózy je do krevního oběhu následně uvolněno více inzulínu, než by odpovídalo množství přijatých sacharidů. Tomu by nasvědčoval zachycený mírně kratší čas metabolizace i při vyšší výchozí hodnotě vzestupu koncentrace glukózy, a zároveň i to, že po metabolizaci došlo k poklesu glykémie až pod hodnotu výchozí koncentrace glukózy.

V dalším pokusu jsem se snažila zachytit změny v koncentraci glukózy po požití potravin s různým glykemickým indexem. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 7. V tomto pokusu jsem se snažila potvrdit předpoklad, že směs zeleniny (tedy potravina s nižším obsahem sacharidů) vyvolá nižší odezvu ve formě vzestupu glukózy než směs ovoce (tedy potravina s vyšším obsahem sacharidů) téže hmotnosti. Odhad obsahu metabolizovatelných sacharidů vychází z tabulkových hodnot a je pouze orientační, protože je závislý na stupni zralosti. Podle očekávání byl u ovocného salátu zachycen výraznější relativní vzestup koncentrace glukózy. Doba dosažení maximální koncentrace byla v obou případech stejná. U zeleniny byl zachycen nižší vzestup koncentrace glukózy, zároveň však byla zjištěna mírně prodloužená doba metabolizace, což odpovídá charakteristice potravin s nižším glykemickým indexem. [4] Pro srovnání je v tabulce uvedena i reakce na konzumaci nápoje s vyšším glykemickým indexem (GI cca 65-70). V porovnání s ovocným salátem (podle tabulkových hodnot odhadnutý GI 35-50) způsobuje Coca Cola vyšší vzestup koncentrace glukózy při obdobném obsahu metabolizovatelných sacharidů, zároveň je zřetelná kratší doba metabolizace typická pro potraviny s vyšším GI.

Tento pokus dokumentuje, že potraviny s nižším glykemickým indexem jsou pro organismus výhodnější, protože i při nižším obsahu cukrů dokáží postupným uvolňováním déle udržet potřebnou hladinu glukózy. Potraviny s nižším glykemickým indexem jsou díky menšímu relativnímu vzestupu glukózy vhodné především pro diabetiky [3, 4] a zároveň díky jejich pomalejší metabolizaci, která oddaluje pocit hladu vyvolaný nedostatkem glukózy, jsou potraviny s nízkým glykemickým indexem vhodné i pro redukční diety. [4]

Při dalším sledování jsem se zaměřila na sledování reakce organismu na fyzickou zátěž a na stres. Typický průběh změn koncentrace glukózy na fyzickou zátěž ukazuje obrázek 7, který zachycuje změny v koncentraci glukózy při intenzivním aerobním cvičení. Při cvičení klesla koncentrace glukózy za cca 30 minut k spodní hodnotě fyziologické koncentrace glukózy (na obrázku je tzv. „normoglykémie“, vyznačena barevným pruhem), po té během cca 25 minut došlo k vzestupu koncentrace glukózy na původní hodnotu. Ke zvýšení koncentrace glukózy došlo velmi pravděpodobně působením „kontraregulačních hormonů“, a to především glukagonu, který zahájil mobilizaci glukózy ze zásobního glykogenu. [14, 15]

Modelovou situací, jak můj organismus zareagoval na stres, může být reakce v průběhu písemného testu. Změny v koncentraci glukózy jsou zachyceny na obrázku 8. V počáteční fázi testu nejprve

organismus udržuje stabilní koncentraci glukózy, v 10.–20. minutě je zaznamenán mírný pokles koncentrace glukózy zřejmě i v důsledku zvýšené mozkové aktivity (zdrojem energie pro mozkovou činnost je právě glukóza). Po 20. minutě, tj. v době kdy pokles koncentrace glukózy ještě nedosáhl pro organismus alarmujících hodnot, nastává vzestup koncentrace glukózy, který velmi pravděpodobně koreluje s uvolněním stresových hormonů [14, 15] při časové tísní a nervozitě z blížícího se konce časového limitu určeného pro vypracování testu. Podle obrázku je zřetelně viditelný vzestup koncentrace glukózy až nad hodnotu „normoglykémie“. V obrázku je vyznačena oblast „normoglykémie“ barevným pruhem.

8.3 Orientační srovnání stanovených koncentrací glukózy v různých typech odebraného materiálu (kapilární krev, kapilární plazma, žilní plazma, intersticiální tekutina) v průběhu OGTT

V průběhu OGTT (průběh OGTT je zaznamenán na obrázku 8) jsem provedla orientační srovnání zjištěných koncentrací glukózy v různých materiálech stanovených různými měřicími systémy. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 8. Orientačním (orientační proto, že při porovnání vycházím vzhledem k technickým možnostem pouze z jednoho měření pro daný materiál v daném čase) porovnáním zjištěných hodnot lze potvrdit předpoklad, že zatímco v klidové fázi (odběr nalačno před zátěží glukózou) jsou koncentrace zjištěné v různých typech biologického materiálu měřené různými přístroji velmi podobné a liší se v tomto konkrétním případě maximálně o 7 %, v době při vyhodnocení výsledku OGTT v čase 120 minut po zátěži glukózou se liší i o více než 15 %. I tento pouze orientační srovnávací pokus dává za pravdu autorům doporučení (ČSKB, ČDS), že pro relevantní hodnocení OGTT je při doporučených diagnostických kritériích nutno provést stanovení glukózy v žilní plazmě, protože vzhledem k možným odchýlkám při stanovení, nemusí být při použití jiného materiálu výsledky OGTT průkazné. [13]

V dalším testu jsem porovnávala v průběhu OGTT zjištěné koncentrace glukózy stanovené osobním glukometrem s koncentracemi glukózy zachycenými při CGM. Odběry byly provedeny 5 minut před požitím roztoku glukózy (odběr nalačno), dále v 32., 51., 91. a 120. minutě OGTT. Porovnáním koncentrací glukózy zachycených pomocí osobního glukometru spolu s měřením CGMS během OGTT jsem nezaznamenala výraznější rozdíly mezi oběma typy měření v průběhu OGTT (viz tabulka 9 a graf 4). Podle řady literárních údajů [3, 6, 8, 9] je popisován časový posun vzestupu koncentrace glukózy v intersticiu oproti koncentracím glukózy v kapilární krvi zachycenými glukometrem. Údaje o zpoždění se v různých literárních zdrojích liší a je popisováno v rozsahu od několika minut až po cca 15-20 minut. [3, 7, 9] Různorodost údajů o časovém posunu velmi pravděpodobně souvisí s rychlostí vzestupu koncentrace glukózy. Je známo, že čím je vzestup koncentrace rychlejší, tím větší časový posun lze očekávat. [7] Kontinuální monitorace glukózy se využívá zejména u diabetiků 1. typu, kde je absolutní nedostatek inzulínu, s čímž souvisí i porucha regulačních mechanismů metabolismu glukózy. U těchto pacientů je větší pravděpodobnost rychlejších změn v koncentraci glukózy. To může být příčinou, že popisovaný časový posun hodnot při CGM je výraznějším problémem u této majoritní skupiny uživatelů než v mém případě.

8.4 Porovnání výsledků získaných při CGM se záznamy v průběhu testování

Během testování CGMS bylo provedeno celkem 1693 stanovení koncentrace glukózy, relativní zastoupení hypoglykémie, normoglykémie a hyperglykémie v průběhu testování je zobrazeno v grafu 5. Při časovém rozložení průměrných koncentrací glukózy během dne ve sledovaném období znázorněném v grafu 6 je patrné, že nejvyšší průměrné koncentrace glukózy se u mě v průběhu sledování objevují okolo 17. hodiny, tj. v době, kdy jsem se většinou po školní výuce dostala domů a věnovala se doplňování energetického příjmu. V mém případě, protože jsem mezi vyučovacími hodinami konzumovala většinou pouze menší svačiny, to byla tedy doba hlavního jídla. Obdobné zvýšení se u většiny populace objevuje postprandiálně po obědě zpravidla mezi 12. a 13. hodinou. Naopak nejnižší průměrné koncentrace glukózy se u mě objevují podle předpokladu v době od 22. hodiny večerní do cca 8. hodiny ranní, tj. v době spánku.

Retrospektivně jsem mohla rovněž porovnat vliv pravidelného a nepravidelného režimu na koncentrace glukózy v průběhu dne. Porovnání je zachyceno v tabulce 10. Zatímco 15. února a 16. února 2013 (pátek

a sobota) jsem měla hodně plánovaných aktivit, a to až do pozdních hodin, protože následovaly volné dny. Na jedné straně jsem vyvíjela v těchto dnech více fyzické aktivity, na druhé straně jsem pro vyčerpání nedodržovala pravidelnost ani ukázněnost ve stravování, což se projevilo sice nižší průměrnou koncentrací glukózy, ale vyšším rozptylem naměřených koncentrací glukózy (v průběhu sledovaných 2 dní se objevily i hodnoty hypoglykemické). Vyšší rozptyl hodnot koncentrací glukózy se promítl do zvýšení variačního koeficientu (25,4 a 27,6 %). Naopak ve dnech 17. února a 18. února 2013 jsem se snažila o pravidelnější režim stravování, v tomto režimu byla sice vyšší průměrná koncentrace glukózy, ale menší rozptyl hodnot koncentrace glukózy (nižší variační koeficient 19,4 a 15,3 %). Při pravidelnějším energetickém příjmu se navíc nevyskytovaly hodnoty hypoglykemické. Z uvedených praktických zkušeností lze usuzovat, že pro organismus je vhodnější pravidelný stravovací režim, při kterém se vyvarujeme výraznějších změn v koncentraci glukózy v krvi, při nichž je organismus více zatěžován častějším spouštěním regulačních mechanismů metabolismu glukózy. Navíc rychlé změny v koncentraci glukózy mohou vyvolat i přemrštěnou odpověď a koncentrace glukózy se tak může častěji pohybovat mimo fyziologická rozmezí vhodná pro optimální fungování celého organismu. Pravidelným stravováním zamezíme případnému vzniku hypoglykemií, které mohou nepříznivě ovlivnit především funkci tkání primárně závislých na glukóze (např. mozková tkáň).

Na obrázcích 10, 11 a 12 jsou postupně zobrazeny průběhy monitorace koncentrace glukózy v různých dnech, ohraničený růžový pruh vymezuje dobu spánku v daném dni. Retrospektivním vyhodnocením záznamů o aktivitách a událostech v jednotlivých dnech bylo možno porovnat kvalitu spánku v závislosti na předspánkových aktivitách spolu se změnami v koncentraci glukózy.

Obrázek 10 představuje relativně klidný spánek, poslední konzumace jídla cca 3,5 hodiny před usnutím. Po večeri jsem před spaním vykonávala pouze odpočinkové aktivity (sledování komediálního seriálu, četba). V průběhu noci jsem se nebudila, ráno jsem vstala odpočatá. Během spánkové fáze (růžový pruh) byly zaznamenány pouze mírné změny v koncentraci glukózy, hodnoty nepřesáhly „normoglykémii“.

Obrázek 11 představuje částečně neklidný spánek. Poslední hlavní jídlo cca 3,5 hodiny před usnutím. Po večeri následovalo intenzivní učení, příprava na důležitý test a zkoušení, v průběhu učení jsem upíjela slazený čaj. Asi 1 hodinu po usnutí jsem se probudila z pocená, zároveň jsem podvědomě zaregistrovala výraznější srdeční ozvy (zřejmě stres před testem a zkoušením), tento stav se v průběhu 3 hodin opakoval ještě 2 x. Potom se mi podařilo tvrdě usnout. Zbytek noci jsem spala. Během úvodní krátké fáze klidného spánku (cca 1 hodina), je na obrázku zaznamenáno několik po sobě následujících vzestupů v koncentraci glukózy odpovídajících době, kdy jsem se opakovaně budila. Protože jim nepředcházela žádná konzumace potravin, je pravděpodobné, že se jedná o zvýšení koncentrace glukózy způsobené uvolňováním stresových hormonů při opakovaně se vracejících obavách o úspěšné zvládnutí zkoušení a písemného testu. V druhé polovině noci byl spánek klidný, koncentrace glukózy byla stabilní, ale držela se při horní hranici referenčního rozmezí.

Obrázek 12 představuje neklidný spánek. Asi 5 hodin před spaním jsem v rámci testování vlivu různých nápojů na koncentraci glukózy vypila 0,68 l energetického nápoje Monster. Poslední hlavní jídlo bylo cca 3 hodiny před spaním. Potom jsem byla v kině na filmovém představení řadícím se do skupiny hororů. Během představení jsem upíjela Coca Colu. Spánek byl po celou noc neklidný, zdálo se mi o záběrech z hororového filmu, nespavost zřejmě podpořil i zvýšený příjem kofeinu v průběhu večera (Monster, Coca Cola). Několikrát za noc jsem se budila, podvědomě jsem vnímala „divoké“ sny, koncentrace glukózy po celou dobu spánku významně kolísaly, několikrát za noc přesahovaly hodnotu „normoglykémie“. Mohlo by se jednat opět o reakci na uvolnění stresových hormonů při vzpomínce na hororové scény. Při ranním probuzení se hodnoty koncentrace glukózy blížily horní hranici fyziologického referenčního rozmezí.

Některé výše uvedené příklady (reakce na fyzickou zátěž, reakce na stres) ukazují, že koncentrace glukózy v krvi může být ovlivněna nejen aktuálním příjmem sacharidů, ale významným způsobem je ovlivněna i při mobilizaci rezerv (glykogenolýza), eventuelně de novo syntézou (glukoneogeneze). Tyto tzv. kontraregulační mechanismy metabolismu glukózy umožňují organismu získat dostupný zdroj energie například právě v případě fyzické zátěže nebo při stresu. Z pohledu diagnostiky diabetu mellitu by mohlo být zajímavé i zjištění, že kvalita spánku, respektive vliv stresových faktorů v jeho průběhu, by mohl být zdrojem zvýšení koncentrace glukózy v plazmě nalačno. V mém případě při CGM po klidném spánku byla koncentrace glukózy při probuzení 4,6 mmol/l, tzn. bezproblémová koncentrace glukózy z pohledu diagnostického kritéria pro diabetes mellitus, zatímco při částečně neklidném a při neklidném spánku se ranní koncentrace glukózy zaznamenaná CGMS pohybovala shodně okolo 5,6 mmol/l, tj. na

hodnotě při hranici referenčního rozmezí pro plazmatickou glukózu nalačno u „nediabetika“. Odborná literatura popisuje vliv stresu na vzestup koncentrace glukózy [14, 15], zpravidla je však z pohledu glykémie zohledňován jeho bezprostřední nebo krátkodobý efekt. Podle výsledků mého testování, by mohl mít stres v průběhu spánkové fáze na hladinu glukózy i déletrvající účinek. Vzhledem k tomu, že v odborné literatuře a v doporučeních odborných společností jsem o vztahu plazmatické koncentrace glukózy nalačno coby diagnostického kritéria pro diabetes mellitus a kvalitě spánku před testováním nenašla relevantní údaje, bylo by vhodné, aby moje krátkodobé praktické zkušenosti byly ověřeny při nezávislém testování.

8.5 Využití laboratorní diagnostiky k potvrzení předpokladu, že nepatřím do skupiny pacientů s poruchou metabolismu glukózy

V průběhu testování jsem podstoupila provedení laboratorních testů k vyloučení přítomnosti poruchy v metabolismu glukózy. Porovnání naměřených výsledků s doporučenými diagnostickými kritérii pro vyloučení diabetu mellitu je shrnuto v tabulce 11. Na základě výsledků laboratorních testů (FPG, OGTT, glykovaný hemoglobin) lze při absenci suspektních klinických známek potvrdit předpoklad, že nepatřím do skupiny pacientů s poruchou metabolismu glukózy.

9 Závěr

V rámci testování DexCom™ SEVEN® PLUS jsem měla možnost „na vlastní kůži“ vyzkoušet jednu z nejprogresivnějších metod selfmonitoringu diabetiků, kterou je kontinuální monitorace glukózy. Kromě testování samotného systému jsem se v průběhu monitorace zajímala i o to, jakým způsobem bude můj organismus reagovat prostřednictvím změn v koncentraci glukózy na různé vnější podněty (příjem potravin a tekutin, stres, fyzická námaha). Změnami v koncentraci glukózy u diabetiků se zabývá celá řada publikací, dostupných údajů o změnách koncentrací glukózy na různé podněty u lidí bez prokázaného diabetu je již méně. Často se tyto údaje zaměřují pouze na obecné informace o tom jaká byla např. průměrná glykémie nebo informace o nejnižší a nejvyšší koncentraci glukózy v průběhu testování v kontrolní skupině „nediabetiků“. Já jsem chtěla v této práci ukázat, jak organismus prostřednictvím změn v koncentraci glukózy u člověka bez prokázaného diabetu prakticky reaguje na běžné podněty. V průběhu testování se mi podařilo ověřit některé obecně známé předpoklady jak organismus reaguje např. na stres, fyzickou námahu, příjem potravin s nízkým a vyšším glykemickým indexem, rovněž se mi podařilo nepřímo ověřit i některá méně známá fakta, jakým je například přechodný inhibiční efekt zvýšené koncentrace kofeinu na inzulin.

Díky technickému zázemí poskytnutému Centrem laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy a diabetoložkou MUDr. Hlaváčkovou jsem měla možnost porovnat na základě provedených stanovení koncentrace glukózy v různých materiálech a za pomoci různého přístrojového vybavení v průběhu OGTT a potvrdit tak předpoklad tvůrců doporučení pro OGTT, že po zátěži glukózou se hodnoty glykemií v různých materiálech mohou významně lišit, a tudíž je nutno podle dosud platných kritérií provádět hodnocení OGTT striktně pomocí stanovení glukózy v plazmě.

V průběhu OGTT jsem rovněž porovnávala v reálném čase koncentrace glukózy zachycené CGMS v intersticiu a pomocí osobního glukometru z kapilární krve. V tomto případě jsem nezaznamenala významné rozdíly (odchylky mezi stanoveními do 7%) a nepodařilo se mi tak v průběhu OGTT potvrdit předpoklad, že koncentrace glukózy v intersticiu při CGM se mohou díky časovému posunu významně lišit od koncentrací glukózy zjištěné osobním glukometrem v kapilární krvi. Mohlo by to být způsobeno tím, že ani zátěž glukózou při OGTT u mě nevyvolala tak rychlý vzestup glukózy, aby se to významným způsobem projevilo v časovém posunu v koncentracích glukózy při porovnání obou měřicích systémů. Přesto je však s fenoménem časového posunu při CGM nutno počítat, protože výraznější časové posuny jsou zaznamenávány při rychlých změnách koncentrace glukózy, které jsou častější při monitoraci pacientů s diabetem díky nerovnováze v regulačních mechanismech metabolismu glukózy.

Zajímavé zjištění jsem zaznamenala při retrospektivním hodnocení spánkové fáze, kdy ranní koncentrace glukózy po neklidném spánku zaznamenané CGMS byly vyšší než po klidném spánku a pohybovaly se na hranici horní meze referenčního rozmezí pro tzv. „normoglykémie“. Toto zjištění, pokud by se potvrdilo v nezávislých testech, by mohlo podpořit i novou možnost využití CGMS, která dosud pravděpodobně nebyla publikována a souvisí s OGTT. Testování pomocí OGTT má v současném uspořádání výtěžnost pouze cca 50 – 70%. To je způsobeno řadou faktorů. Významným dílem, se na výsledku OGTT spolupodílí preanalytická fáze. Optimální standardizace preanalytické fáze by zřejmě mohla zvýšit výtěžnost testování. Pokud by pacient měl zavedený CGMS před testováním, mohl by indikující lékař před testem zkontrolovat, zda je pacient optimálně připraven (lze zkontrolovat, jestli dodržel předepsanou dietu, eventuálně jestli se neobjevily v přípravném období problematické vzestupy glykémie z jiných příčin, např. poststresové). Výhodou by byla i monitorace glukózy v průběhu testu, protože OGTT zpravidla hodnotí pouze glukózu v plazmě nalačno a 120 minut po zátěži, což neumožňuje odhalit případně nespolupracujícího pacienta, který roztok glukózy nevypil, nebo neumožňuje odhalit atypické průběhy OGTT (nízké vzestupy při malabsorbci, pomalejší metabolizaci při hypotyreóze nebo naopak příliš rychlou metabolizaci při hypertyreóze).

Vzhledem k finanční náročnosti je plošné využití technologie CGM při OGTT v současnosti nereálné, její využití v tomto směru by však mohlo být zajímavé zejména tam, kde výsledky OGTT neodpovídají předpokládanému nálezu ve vztahu ke klinickým symptomům.

Ještě zajímavější by mohlo být využití technologie CGM ve vztahu k OGTT pokud by se podařilo zdárně vyřešit problematiku neinvazivní technologie CGM. Již v současnosti se objevují zprávy o možnosti neinvazivní monitorace koncentrace glukózy přes kůži např. pomocí přístroje typu náramkových hodinek. [27, 28] Pokud by se k takovéto technologii přiřadil vhodný software vycházející z dostatečného množství klinických dat a s odpovídajícími diagnostickými mezemi, mohli bychom se dočkat toho, že

OGTT se bude moci provádět v rámci POCT. Pacientovi by lékař nasadil např. „chytrý“ testovací náramek schopný kontinuálně monitorovat koncentraci glukózy a spolu s instrukcemi by mu přidal i poukaz k vyzvednutí navážené glukózy v lékárně. Ráno by si na displeji přístroje pacient přečetl oznámení o připravenosti k testování např. „pro atypické změny v koncentraci glukózy v přípravné fázi provedení OGTT odložte“ nebo v lepším případě „jste optimálně připraven k provedení OGTT“. Pacient by si rozpustil glukózu, vypil nápoj a v klidu by si následujících 120 minut testování vychutnal při četbě, poslechu oblíbené hudby nebo sledování oblíbeného televizního pořadu. Po provedení OGTT by ošetřujícímu lékaři donesl testovací náramek. Lékař by pak na základě vhodného softwaru, který by upozornil i na případné abnormality v průběhu testování, provedl vyhodnocení OGTT. Bez využití technologie CGM se však bohužel budeme muset spokojit s tím, co máme, tj. 50-70% výtěžnost testu OGTT bez možnosti aktivní kontroly preanalytické fáze i kontroly samotného průběhu testování a dva odběry žilní krve jako „bonus“.




Praktické zkušenosti s technologií GCM jsem měla možnost prezentovat v rámci semináře zaměřeného na problematiku diabetu mellitu pořádaného Centrem laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy. Akce byla registrována podle vyhlášky MZČR č 423/2004 Sb. pod registračním číslem ČAS/KK/655/2013 a KVVOPZ/159/2013 (viz. příloha B) .

10 Seznam literatury

1. Friedecký, B. *POCT – nejdynamičtější se rozvíjející úsek laboratorní medicíny*. Klin. Biochem. Metab., 2009, roč. 17(38), č. 3, s. 141-145. ISSN 1210-7921.
2. Schneiderka, CZEDMA (Hlavačková, P., Nováková, J., Stříž, L.), Friedecký, B., Kajabová, M., Kratochvíla, J., Novotný, D., Palička, V., Schneidera, P., Zima, T. *Správné zavádění a používání prostředků POCT*. Klin. Biochem. Metab., 2011, roč. 19(40), č. 4, s. 241-243. ISSN 1210-7921.
3. PELIKÁNOVÁ, Terezie a kol. *Praktická diabetologie*. 5., aktualiz. vyd. Praha: Maxdorf, ©2011. s. 274-288. Jessenius. ISBN 978-80-7345-244-5.
4. RYBKA, Jaroslav. *Diabetes mellitus - komplikace a přidružená onemocnění: diagnostické a léčebné postupy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. s. 14-37. ISBN 978-80-247-1671-8.
5. Kudlová, P., Chlup, R. *Selfmonitoring u osob s diabetem*. Interní medicína [online]., 2006, č. 12, s. 539-544 [Cit. 11.10.2013]. Dostupné z URL: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2006/12/06.pdf>
6. Musil, F. *Kontinuální sledování glykémie u peritoneální dialýzy*. Medical Tribune CZ. Tribuna lékařů a zdravotníků [online]., 2009, č. 15 [Cit. 18.10.2013]. Dostupné z URL: <http://www.tribune.cz/clanek/13881>.
7. Jirkovská., J. *Současné možnosti kontinuální monitorace glykémie u pacientů s diabetem*. Remedia: internetové stránky českého farmakoterapeutického dvouměsíčníku [online]., 2009, č.2. [Cit. 21.10.2013]. Dostupné z URL: <http://www.remédia.cz/Archiv-rocniku/Rocnik-2009/2-2009/Soucasne-moznosti-kontinualni-monitorace-glykemie-u-pacientu-s-diabetem/e-a7-a9-Ax.magarticle.aspx>
8. Bartášková, D. *Kontinuální monitoring glukózy v rámci léčby inzulinovou pumpou*. Zdravotnické noviny. Příloha: Lékařské listy [online]., 2010, č.5 [Cit. 8.11.2013]. Dostupné z URL: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/kontinualni-monitoring-glukozy-v-ramci-lecby-inzulinovou-pumpou-450204>
9. Žourek, M. *Kontinuální monitoring glykémie*. Zdravotnické noviny. Příloha: Lékařské listy[online]. 2012, č.3 [Cit. 26.11.2013]. Dostupné z URL: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/kontinualni-monitoring-glykemie-464038>
10. Dexcom, Inc. *Uživatelská příručka systému pro kontinuální monitorování hladiny glukózy Seven plus*. 2011. 135 s.
11. Řihánková, R. *Možnosti kontinuální monitorace glykémie - edukace z pohledu sestry*. Diabetes a já [online]. [Cit. 11.12.2013]. Dostupné z URL: <http://www.diabetesaja.cz/informace-a-clanky/moznosti-kontinualni-monitorace-glykemie-edukace-z-pohledu-sestry.html>
12. Picková, K. *Vede časté měření glykémie k lepší kompenzaci? Moje cukrovka* [online]. [Cit. 15.12.2013]. Dostupné z URL: <http://www.mojecukrovka.cz/clanek/vede-aste-mereni-glykemie-k-lepsi-kompenzaci/>
13. Friedecký, B., Zima, T., Kratochvíla, J., Springer, D. *Diabetes mellitus – laboratorní diagnostika a sledování stavu pacientů*. Klin. Biochem. Metab., 2012, roč. 20(41), č. 2, s. 97-107. ISSN 1210-7921. . Dostupné rovněž jako doporučení České společnosti klinické biochemie ČLS JEP a České diabetologické společnosti ČLS JEP z URL: http://www.cskb.cz/res/file/doporuceni/DM_verze%202012.pdf nebo <http://www.diab.cz/standardy>
14. MASOPUST, Jaroslav, PRŮŠA, Richard. *Patobiochemie metabolických drah*. 1. vyd. Praha: Universita Karlova, 2. lékařská fakulta, 1999. s. 11-36 ISBN 80-238-4589-6.
15. TROJAN, Stanislav a kol. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada, 2003. s. 487-490 ISBN 80-247-0512-5.

16. Friedecký, B., Vávrová, J., Kratochvíla, J. *Změny v laboratorní diagnostice diabetu*. Klin. Biochem. Metab., 2010, roč. 18(39), č. 1, s. 26-29. ISSN 1210-7921.
17. Racek, J., Růžičková, V., Rajdl, D. *Srovnání diagnostiky diabetu pomocí glukózového tolerančního testu a stanovením glykovaného hemoglobinu*. Klin. Biochem. Metab., 2011, roč. 19(40), č. 2, s. 108-112. ISSN 1210-7921.
18. Česká diabetologická společnost. *Standardy péče o diabetes mellitus v těhotenství*. [online] [Cit. 8.12.2013] Dostupné z URL: <http://www.diab.cz/standardy>
19. The University of Sydney. *About glycem index*. Glycemicindex.com [online]. [Cit. 10.12.2013] Dostupné z URL: <http://www.glycemicindex.com/>
20. Wolfe, O. *Personalized medicine now and the future*. Sborník abstraktů konference: IV. workshop preventivní, prediktivní a personalizované medicíny. Tribun EU, 2013. ISBN 978-80-263-0363-3.
21. Roche, LTD. *Návod k použití glukometru Accu-Chek® Performa Nano* [online]. [Cit. 10.12.2013] Dostupné z URL: <http://www.accu-chek.cz/accuchek-performa-nano-1-57.html>
22. Česká společnost klinické biochemie ČLS JEP, SEKK spol. s r. o. *Preanalytická fáze 2005*. Pardubice: Východočeská tiskárna spol. s r. o, 2005. 138 s. ISBN 80-239-5198-X.
23. American Diabetes Association. *Diagnosis and clasification of diabetes mellitus*. Diabetes Care [online]., January 2010, vol. 33, no. 1, p. 62-69 [Cit. 11.12.2013]. Dostupné z URL: http://care.diabetesjournals.org/content/33/Supplement_1/S62.full.pdf+html
24. Škrha, J. *Aktuality v diagnostice diabetes mellitus*. Zdravotnické noviny. Postgraduální medicína [online]., 2001, č.4 [Cit. 11.12.2013] Dostupné z URL <http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/aktuality-v-diagnostice-diabetes-mellitus-459225>
25. Kožnarová, R. *Novinky v monitoraci glykémie*. Remedia: internetové stránky českého farmakoterapeutického dvouměsíčníku [online]., 2012, č.1 [Cit. 12.12.2013]. Dostupné z URL: <http://www.remédia.cz/Clanky/Prehledy-nazory-diskuse/Novinky-v-monitoraci-glykemie/6-F-1dX.magarticle.aspx>
26. Lane, D.J., Barkauskas, C.E, Surwit, R.S., Feinglos, M.N. *Caffeine Impairs Glucose Metabolism in Type 2 Diabetes*. Diabetes Care [online]., August 2004, vol. 27, no. 8, p. 2047-2048 [Cit. 12.12.2013]. Dostupné z URL: <http://care.diabetesjournals.org/content/27/8/2047.full>
27. Picková, K. *Kontinuální měření glykémie přes kůži*. Moje cukrovka [online]. [Cit. 16.12.2013]. Dostupné z URL: <http://www.mojecukrovka.cz/clanek/kontinualni-mereni-glykemie-pres-kuzi/>
28. Picková, K. *Kontinuální měření glykémie přes kůži*. Moje cukrovka [online]. [Cit. 16.12.2013]. <http://www.mojecukrovka.cz/clanek/hodinky-ktere-ukazuji-hodnoty-glykemie/>

Příloha A: Protokol o výsledku laboratorního stanovení

 <p>KLATOVY BioLab s.r.o.</p>	<p>Centrum laboratorní medicíny BIOLAB spol. s r.o., Klatovy - Nádražní 844 / III, 339 01 Klatovy Tel: 376322081 Fax: 376322398 Mail: biolab@biolab-kt.cz URL: www.biolab-kt.cz</p>	 	<p>M 8016</p>																																										
<p>Laboratoř akreditovaná dle ČSN EN ISO 15189 Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. pod č.8016</p>																																													
<p>Protokol č. 13082-B009 o výsledku laboratorního vyšetření</p>																																													
<p>Pacient: Mazánková Jana Číslo poj.: 9461262030 Objednal: BIOLAB KLATOVY Diagnózy: Z017 Laboratorní vyšetření Úhrada: BIOLAB - KLATOVY</p>	<p>Vzorek číslo: 13082-B009 Odběr vzorku: 19.02.2013-08:00 Transport vz.: 19.02.2013-08:07 Přijem vzorku: 19.02.2013-08:15 Vyšetření: Rutina</p>																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; border: none;"> <thead> <tr> <th style="border: none;">Vyšetřovaný parametr</th> <th style="border: none;">Výsledek</th> <th style="border: none;">Jednotka</th> <th style="border: none;">Ref. meze</th> <th style="border: none;">Komentář</th> <th style="border: none;">SOP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="border: none;">Diabetologický soubor</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">B-Glyk.hemoglobin (IFCC)</td> <td style="border: none;">33.0</td> <td style="border: none;">mmol/mol</td> <td style="border: none;">20.0-42.0</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">SOPV062.01</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">P-Glukóza-kapil.plazma</td> <td style="border: none;">4.71</td> <td style="border: none;">mmol/l</td> <td style="border: none;">3.30-5.59</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">SOPV006.01</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="border: none;">Funkční testy - oGTT</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">P-Glukóza (OGTT nalačno)</td> <td style="border: none;">5.08</td> <td style="border: none;">mmol/l</td> <td style="border: none;">3.30-5.59</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">*</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">P-Glukóza (OGTT 2.hod)</td> <td style="border: none;">5.09</td> <td style="border: none;">mmol/l</td> <td style="border: none;">3.30-7.79</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">*</td> </tr> </tbody> </table>	Vyšetřovaný parametr	Výsledek	Jednotka	Ref. meze	Komentář	SOP	Diabetologický soubor						B-Glyk.hemoglobin (IFCC)	33.0	mmol/mol	20.0-42.0		SOPV062.01	P-Glukóza-kapil.plazma	4.71	mmol/l	3.30-5.59		SOPV006.01	Funkční testy - oGTT						P-Glukóza (OGTT nalačno)	5.08	mmol/l	3.30-5.59		*	P-Glukóza (OGTT 2.hod)	5.09	mmol/l	3.30-7.79		*	<p>Komentář výsledků: Kapilární glukóza za 2 hodiny=5,76mmol/l Kontroloval a schválil: MUDr. František Musil (19.2.2013 13:02:00) Vytisknuto: 19.02.2013-13:09</p>		
Vyšetřovaný parametr	Výsledek	Jednotka	Ref. meze	Komentář	SOP																																								
Diabetologický soubor																																													
B-Glyk.hemoglobin (IFCC)	33.0	mmol/mol	20.0-42.0		SOPV062.01																																								
P-Glukóza-kapil.plazma	4.71	mmol/l	3.30-5.59		SOPV006.01																																								
Funkční testy - oGTT																																													
P-Glukóza (OGTT nalačno)	5.08	mmol/l	3.30-5.59		*																																								
P-Glukóza (OGTT 2.hod)	5.09	mmol/l	3.30-7.79		*																																								
<p>Důležité upozornění: Vzhledem k tomu, že v rámci modernizace bude do provozu zaváděn nový automatizovaný analytický systém PowerLink od firmy Beckam Coulter, budou průběžně aktualizována i referenční rozmezí u jednotlivých metodik v závislosti na tom, jak budou vyšetření postupně převáděna na nový systém. Aktuální referenční rozmezí rozmezí bude vždy uvedeno na výsledkovém listu.</p>																																													
<p>Legenda: S-sérum, P-plazma, U-moč, B-plná krev, K-kapilární krev, CSF-likvor, F-stolice +,+,+,+ zvýšené hodnoty mimo RH, -,--,--- snížené hodnoty mimo RH Molekulárně biologická vyšetření: WT (wild type)=jedinec bez mutace, HETEROZYGOT=mutace na 1 alele, HOMOZYGOT=mutace na obou alelách Neakreditované zkoušky jsou označeny *. Hodnoty nejistot jednotlivých laboratorních hodnot jsou uvedeny v Laboratorní příručce (www.biolab-kt.cz) Bez souhlasu laboratoře nemůže být protokol reprodukován jinak než celý.</p>																																													
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 43 CENTRUM LABORATORNÍ MEDICÍNY BioLab s.r.o. Klatovy Nádražní 844/III., 339 01 Klatovy, ČR tel.: 376 322 081, fax: 376 322 398 001 MUDr. František Musil - 801 MUDr. František Musil vedoucí laboratoře </div>																																													
<p>UNIS-STEINER, © 1991-2013, rev. 15-01-13/LAB Strana 1, celkem: 1</p>																																													

Příloha B: Potvrzení o aktivní účasti na laboratorním semináři Centra laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy

Centrum laboratorní medicíny
BioLab spol. s r.o Klatovy

Laboratorní seminář

Klatovy 21.3.2013

POTVRZENÍ O ÚČASTI

Program:

1. Mgr. Evžen Mazánek (BioLab s.r.o. Klatovy)

Současné trendy v monitorování a laboratorní diagnostice diabetu mellitu

2. Jana Mazánková

Glykemický index, praktické zkušenosti s kontinuálním měřením glykémie

Jméno: JANA MAZÁNKOVÁ Datum narození: 26.11.1994

Registrovaná akce pod číslem: ČAS/KK/655/2013
(dle vyhlášky MZČR č. 423/2004 Sb.) KVVOPZ/159/2013

Počet hodin akce: 2
Počet kreditů: 1 (pasivní účast), 4 (aktivní účast)

Účast (zaškrtnout):
 aktivní účast autor
 aktivní účast spoluautor
 pasivní účast

Akce je určena (dle zákona č. 96/2004 Sb.):

- Jiný VŠ
 Všeobecná sestra
 Zdravotní laborantka

BioLab spol. s r.o. ©
Národní 844/III, 339 01 Klatovy, ČR
IČ: 468 82 901
tel.: 376 322 081, fax: 376 322 398

Klatovy 19.3.2013

MUDr. František Musil
Odborný garant

BioLab s.r.o. Klatovy
Pořadatel

Příloha C : Fotografická dokumentace



Fotografie 1: Aplikátor sondy pro CGM. (autor fotografie: Mgr. Evžen Mazánek)



Fotografie 2: Transmitter připevněný na sondu aplikovanou v podkoží v oblasti břicha, v levé ruce držím monitor systému CGM. (autor fotografie: Mgr. Evžen Mazánek)



Fotografie 3: Praktická ukázka měření koncentrace glukózy pomocí glukometru Accu-Chek® Performa Nano. Na spodní části fotografie je vidět i tzv. lancetové pero usnadňující odběr kapilární krve. (autor fotografie: Mgr. Evžen Mazánek)



Fotografie 4: Koncentrace glukózy zachycené glukometrem Accu-Chek®Performa Nano jsem využívala pro kalibraci CGMS. (autor fotografie: Mgr. Evžen Mazánek)



Fotografie 5: Přesnost vah Salter (černý přístroj vpravo) jsem ověřila srovnávacím stanovením navážek na analytických vahách Sartorius v Centru laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy. (autor fotografie: Mgr. Evžen Mazánek)



Fotografie 6: V průběhu OGTT jsem musela podstoupit i dva žilní odběry krve. (autor fotografie: Mgr. Evžen Mazánek)



Fotografie 7: Fotodokumentace z prezentace na odborném semináři pořádaném Centrem laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy.
(autor fotografie: Mgr. František Kislinger)



Fotografie 8: Fotodokumentace z prezentace na odborném semináři pořádaném Centrem laboratorní medicíny BioLab spol. s r. o. Klatovy.
(autor fotografie: Mgr. František Kislinger)