

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

Bc. Sophie Bytelová

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Vysokohorská turistika u diabetiků s inzulinovou pumpou

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Klára Dadřová, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Sophie Bytelová

Praha, prosinec 2017

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení: Fakulta / katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Děkuji PhDr. Kláře Daňové Ph.D. za odborné vedení diplomové práce. Za praktické rady i trpělivost. Děkuji probandům, kteří ochotně spolupracovali a účastnili se výzkumu. Také všem ostatním účastníkům, kteří byli nápomocni během výzkumu a firmě Medtronic, která dovolila a umožnila mou účast v jejím edukačním projektu.

ABSTRAKT

- Název:** Vysokohorská turistika u diabetiků s inzulinovou pumpou
- Cíle:** Cílem práce je zjistit, zda je pro pacienty s diabetem mellitem 1. typu léčené inzulinovou pumpou vhodné podstupovat intenzivnější fyzickou aktivitu formou vysokohorské turistiky, dále jakým způsobem ovlivňuje intenzivnější fyzická aktivita hladinu glykémie a zda jsou pacienti schopni pracovat s pokročilými funkcemi inzulinové pumpy v praxi.
- Metody:** Diplomová práce je koncipována jako observační studie na edukačním projektu firmy Medtronic. Jednodenního horského výstupu v délce cca 30 km, se na doporučení lékaře účastnilo 40 nenáhodně vybraných diabetiků ve věku 15 – 25 let mužského i ženského pohlaví. Bylo využito neinvazivních metod. Data byla získávána pomocí pozorování, záznamů probandů z inzulinových pump, glukometrů a z kontinuální monitorace, které dále byly vyhodnoceny pomocí PC programu CareLink Pro.
- Výsledky:** Fyzická aktivita formou vysokohorské turistiky je vhodná pro pacienty s DM1 léčené na inzulinové pumpě. U 80% probandů nenastal rizikový stav hypoglykémie, a i když stanovenou normoglykémii pro výzkum splnil větší počet dospělých na rozdíl od dětí, tak tato FA má prokazatelný vliv na hladiny glykémie. Přináší také pozitivní přínos pro pacienty, poněvadž se naučí lépe pracovat s pokročilejšími funkcemi inzulinové pumpy.
- Klíčová slova:** Vysokohorská turistika, diabetes mellitus 1. typu, inzulinová pumpa, kontinuální monitorace glukózy, inzulin.

ABSTRACT

Title: Mountain tourism for diabetics with an insulin pump

Objectives: The aim of this study is to find out whether it is suitable for patients with type 1 diabetes mellitus treated with an insulin pump to undergo physical activity in the form of mountain tourism, as the more intense physical activity affects blood glucose levels and whether patients are able to work with advanced insulin pump functions.

Methods: The work is conceived as an observational study of the Medtronic educational project. One day mountain hike trip of a distance about 30 km was attended by 40 patients (men and women) with diabetes aged 15-25 years. Non-invasive methods were used. The data was obtained by monitoring insulin pump probes, glucometers and continuous monitoring, which were further evaluated using the CareLink Pro software.

Results: Physical activity in the form of mountain tourism is suitable for patients with DM1 treated on an insulin pump. 80% of the probands did not have a risk status of hypoglycaemia, and even though the determined normoglycemia for research was performed by a larger number of adults as opposed to children, this FA has a demonstrable effect on blood glucose levels. It also brings positive benefits for patients because they learn how to work better with advanced insulin pump functions.

Keywords: Mountain tourism, type 1 diabetes mellitus, insulin pump, continuous glucose monitoring, insulin.

Obsah

1. ÚVOD	10
2. TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1. Definice diabetu	11
2.1.1. Epidemiologie	12
2.1.2. Diagnostika diabetu	13
2.1.3. Klasifikace diabetu	14
2.1.4. Diabetes mellitus 1. typu	15
2.1.5. Hormony ovlivňující glukózu	17
2.1.6. Akutní komplikace diabetu	19
2.1.7. Chronické komplikace diabetu	24
2.1.8. Léčba diabetu	27
2.1.9. Edukace	30
2.2. Technologie v léčbě diabetu (v diabetologii)	33
2.2.1. Inzulinová pumpa	33
2.2.2. Léčba inzulinovou pumpou	34
2.2.3. Modely inzulinových pump	35
2.2.4. Inzulinová pumpa MiniMed® 640G	36
2.2.5. Systém MiniMed® 640G	37
2.2.6. Self-monitoring glykémie	38
2.2.7. Kontinuální monitorace glukózy	38
2.3. Diabetes mellitus 1. typu a sport	40
2.3.1. Doplnění sacharidů	43
2.3.2. Redukce bolusové dávky	44
2.3.3. Redukce bazální dávky	44
2.3.4. Obecná doporučení	45
2.3.5. Vysokohorská turistika	47

3. PRAKTICKÁ ČÁST	48
3.2. Cíle práce	48
3.3. Úkoly.....	48
3.4. Vědecké otázky	49
3.5. Metoda.....	49
3.5.1. Výzkumný soubor.....	50
3.5.2. Metodický postup	50
3.5.3. Před zahájením výzkumu (túry).....	51
3.5.4. Výstup.....	52
3.5.5. Sestup.....	53
3.5.6. Ukončení výzkumu (túry).....	53
3.5.7. Sběr dat a jejich analýza	53
3.6. Výsledky	54
3.6.1. Edukace.....	54
3.6.2. Přesnost měření CGM.....	54
3.6.3. Výskyt hypoglykémie během výzkumu	56
3.6.4. Výskyt hyperglykémie během výzkumu	58
3.6.5. Normoglykémie	60
3.6.6. Výskyt hypoglykémie a hyperglykémie 24 hodin po výzkumu	62
3.7. Diskuze.....	63
3.8. Závěr	70

1. ÚVOD

V naší zemi bylo léčení diabetických pacientů vždy velmi dobře zajištěno. I dnes je péče o děti s cukrovkou v České republice srovnatelná s nejlépejšími zeměmi světa (Lebl, 2010). Jako součást moderní léčby je doporučována i fyzická aktivita (FA).

Pravidelná pohybová aktivita mírné intenzity má u všech typů diabetu jednoznačně příznivé účinky. Zvyšuje inzulínovou senzitivitu, má stěžejní úlohu v prevenci kardiovaskulární morbidity i mortality, přispívá k redukci hmotnosti a pomáhá budovat aktivní svalovou hmotu. Je prokázáno (Rušavý, 2012), že pravidelná FA zvyšuje trénovanost, napomáhá lépe kontrolovat glykémii v běžném životě a tím významně přispívá ke zlepšení kvality života diabetika. K správně aplikované FA (ale i k dalším režimovým opatřením) je však třeba pacienty motivovat a také edukovat.

Cílem edukace diabetiků by mělo být vždy zkvalitnění jejich života a zamezení vzniku a rozvoje pozdních komplikací. Postižení jiných orgánů při diabetu totiž závisí na jeho dobré kompenzaci od jeho samého počátku a bez edukace a aktivní spolupráce diabetiků toho prakticky zatím nelze dosáhnout.

Jedním z aktuálních témat v edukaci diabetiků je využití moderních technologií. Jejich stále se zvyšující úroveň vyžaduje, aby byl pacient pravidelně edukován. Zároveň se tak zvyšuje pravděpodobnost lepší kompenzace diabetu a také možnost využít všechny funkce daného zařízení, a to například v rámci outdoorových pohybových aktivit. Proto je tato práce zaměřena na využití těchto technologií při vysokohorské turistice. Cílem práce je jednak zhodnotit schopnost pacientů pracovat s přístrojovou technikou, upravovat dávky inzulínu a reagovat tak na aktuálně naměřené hodnoty.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Definice diabetu

Diabetes mellitus (DM) je chronické onemocnění pankreatu (viz příloha 3) vznikající v důsledku absolutního nebo relativního nedostatku inzulínu, které vede k poruše metabolismu. Hlavním projevem je hyperglykémie, kdy organismus není schopen zacházet s glukózou jako za normálních fyziologických podmínek. K nedostatku inzulínu může dojít z více příčin:

- chybní tvorby inzulínu v β buňkách ostrůvků pankreatu;
- snížená produkce inzulínu v β buňkách ostrůvků pankreatu;
- tvorba defektního inzulínu;
- porucha uvolňování inzulínu z β buněk;
- transportní porucha inzulínu (vazba na plazmatické bílkoviny);
- porucha působení inzulínu v cílovém orgánu;
- porucha odbourávání inzulínu;
- zvýšený účinek antagonistů inzulínu (glukagon, adrenalin, noradrenalin, růstový hormon, kortikoidy), (Karen, 2005).

Cukrovka, odborně diabetes mellitus nebo též úplavice cukrová, je metabolické onemocnění projevující se vysokou hladinou glukózy v krvi nad 11 mmol/l (Vilímovský, 2015).

Venháčová (2007) uvádí, že tzv. normoglykémie = normální glykémie by měla být u zdravého člověka nalačno v rozmezí 3,3 – 5,59 mmol/l a 1 – 2 hod po jídle do 7,5 – 7,8 mmol/l. Na rozdíl od diabetika, který by se měl pohybovat v rozmezí 4 – 6 mmol/l nalačno a do 8 mmol/l po jídle.

Diabetes představuje onemocnění, dotýkající se nejen osudů jednotlivých nemocných, jejich rodin, ale svými dopady ovlivňuje také systém zdravotní a sociální péče. Každý člověk, který onemocní DM, se vyrovnává s novými situacemi, které ovlivňují jeho každodenní život i život ostatních v jeho okolí. Ovšem pokud se mu podaří tyto změny adekvátně přijmout, mívá většinou dobrou perspektivu i kompenzaci (Jirkovská, 2016).

2.1.1. Epidemiologie

Roku 2012 bylo v České republice podle údajů Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR více než 841 000 osob (cca 8% populace) nemocných s diabetem mellitem. Navíc se předpokládá, že diabetes není u řady osob diagnostikován a že se počet dále zvýší až na 10% populace. Z celkového počtu diabetiků bylo zjištěno: 91,8% diabetes 2. typu, 6,7% diabetes 1. typu a 1,4% mělo tzv. sekundární diabetes. Průměrný výskyt ve světě dle Mezinárodní federace pro diabetes (IDF) činil roku 2013 rovněž 8,3% v průměrném věku 40 – 59 let. Je ale nutné vzít v úvahu stárnutí populace s tím, že v současnosti tvoří lidé nad 60 let 11,1% populace a do roku 2035 se počítá s jejich nárůstem na 17,6% (Jirkovská, 2014).

Hlavním rysem upozorňujícím na závažnost diabetu je již zmiňovaný zvyšující se počet jedinců, který od roku 2011 významně stoupl (viz tabulka 1). Příčinou je zlepšení diagnostiky diabetu, zkvalitňování lékařské péče, zlepšující se informovanost odborné a laické veřejnosti, ale i narůstání počtu autoimunitních chorob, stárnutí populace a hlavně nezdravý životní styl (Data o diabetu v ČR, 2017).

Rok	DM2	DM1	Sekundární diabetes	DM celkem
2015	786 586	57 945	13 479	858 010
2014	78 8243	58 423	13 163	859829
2013	789 900	58 901	12 846	861 647
2012	772 585	56 514	12 128	841 227
2011	758 719	55 542	11 121	825 382

Tabulka 1. Statistika onemocnění diabetu v ČR (Data o diabetu v ČR, 2017)

Například prognózy počtu pacientů s diagnostikovaným diabetem v USA v roce 2050 byly vypočítány na přibližně 39 milionů. Protože tyto výpočty byly provedeny, byl dále pozorován růst diabetu od roku 2000 do roku 2004. Nové prognózy týkající se diabetu tedy ukazují, že se pravděpodobně ve Spojených státech zvýší počet nemocných z 16,2 milionu v roce 2005 na 48,3 milionu v roce 2050. Navíc tyto odhady zatím bohužel nepřepokládají žádné pokroky v prevenci, léčbě nebo kontrole rizikových faktorů, žádné zvýšení délky života či objevení léku. Je tedy zřejmé, že v USA existuje rostoucí epidemie diabetu (Deshpande, 2008).

Proto je důležité ať už v České republice, USA či jiných státech stále upozorňovat na dostupné modifikace životního stylu, které by výskyt diabetu snížily. Například přijetí vhodného stravovacího a cvičebního chování, ale také dodržování léčebných režimů, které by spolu s dalšími jinými možnostmi pomohlo výrazně snížit zátěž diabetických komplikací u nás i jinde (Deshpande, 2008).

Významnou charakteristikou diabetu je, že vhodnou životosprávou a spoluprací s lékaři lze předejít závažným komplikacím. Naopak při nedodržování stanovených pravidel od lékaře hrozí urychlení pozdějších chorob či onemocnění (Data o diabetu v ČR, 2017).

2.1.2. Diagnostika diabetu

Podle doporučení České diabetologické společnosti z roku 2013 se má cíleně pátrat po diabetu, a to zvláště u ohrožených osob (provádět tzv. depistáž):

- 1x za dva roky plošně u osob nad 40 let,
- 1x za rok u osob s vyšším rizikem diabetu (rodinná anamnéza, obezita, nadváha, hypertenze, zvýšené krevní tuky, výskyt prediabetu či porod plodu o hmotnosti nad 4 kg (Jirkovská, 2016).

Vyhledávání osob se zvýšeným rizikem diabetu:

- Zvýšené riziko diabetu je charakterizováno hodnotami FPG (zvýšená koncentrace glukózy nalačno) v intervalu hodnot 5,6 – 7,0 mmol/l (Diabetes mellitus - laboratorní testy, 2012).

Diabetes je diagnostikován v případech:

1. Glykémie nalačno (alespoň po 8 hodinovém lačnění), která se v žilní plazmě rovná nebo je vyšší než 7 mmol/l, a to opakovaně ve 2 dnech. Pacient nesmí být v akutním stresu, ten by mohl glykémii ovlivnit.
2. Orální glukózový toleranční test (oGTT), kdy se vyšetřované osobě změří glykémie, poté vypije 75g glukózy ve 300 ml tekutiny během 3 – 5 minut a následovně se vyšetřuje glykémie v různých časových intervalech, vždy však 2

hodiny od začátku testu a je-li glykémie za 2 hodiny v žilní plazmě rovna nebo vyšší než 11,1 mmol/l, jde o diabetes.

3. Pacient má příznaky typické pro diabetes – časté močení, žízeň, hubnutí bez jasné příčiny a naměřená glykémie je kdykoli během dne (naměřená alespoň 2x za sebou), vyšší než 11,1 mmol/l (Jirkovská, 2016).

Může jít také o tzv. formu prediabetes (PDM). Ten je definován kvantitativně podle glykémie nalačno 5,6 – 6,9 mmol/l nebo dle výsledků provedeného oGTT. Lze ho označit také jako předchozí stav či rozvoj pro diabetes 2. typu. (Karen, 2016).

2.1.3. Klasifikace diabetu

Diabetes mellitus patří do skupiny chronických, etiopatogeneticky heterogenních onemocnění, jejichž základním rysem je hyperglykémie (zvýšená hladina cukru v krvi). Vzniká v důsledku nedostatečného účinku inzulínu při jeho absolutním nebo relativním nedostatku a je provázen poruchou metabolismu cukrů, tuků i bílkovin.

Klasické příznaky:

- žízeň a polydipsie,
- polyurie, noční močení,
- hubnutí při normální chuti k jídlu,
- únava, malátnost,
- poruchy zrakové ostrosti, vědomí, kóma,
- acetonový zápach z úst.

Další projevy:

- recidivující infekce urogenitálního ústrojí i kůže,
- zvýšená kazivost zubů, předčasná paradontóza,
- stenokardie, klaudikace, retinopatie,
- noční bolesti, parestzie dolních končetin,
- poruchy potence, vyprazdňování (Pelikánová, 2011).

Mnoho poznatků v etiopatogenezi diabetu vyústilo r. 1997 v návrh pro novou klasifikaci a diagnostiku (viz tabulka 2), který podala Americká diabetologická asociace (ADA). Návrh byl přijat nejdříve ve Spojených státech (ADA), později i Světovou zdravotnickou organizací (WHO).

Diabetes mellitus	Zkratka
1. Diabetes mellitus 1. typu	DM1 (dříve IDDM)
A. Imunitně podmíněný	
B. Idiopatický	
2. Diabetes mellitus 2. typu	DM2 (dříve NIDDM)
3. Ostatní specifické formy diabetu	
4. Gestační diabetes mellitus	GDM
Hraniční poruchy glukózové homeostázy	HPGH
1. Zvýšená glykémie nalačno	IFG (impaired fasting glucose)
2. Porušená glukózová tolerance	PGT

Tabulka 2. Klasifikace diabetes mellitus a poruch glukózové homeostázy (Pelikánová, 2011).

2.1.4. Diabetes mellitus 1. typu

Tato forma diabetu nejčastěji vzniká v důsledku autoimunitního onemocnění, kdy buňky imunitního systému začnou ničit buňky produkující hormon inzulin, tzv. β buňky Langerhansových ostrůvků slinivky břišní (viz příloha 4). Inzulin je zodpovědný za regulaci hladiny glukózy v krvi, konkrétně za snížení glukózy po jídle. V důsledku toho slinivka břišní není schopna tvořit dostatečné množství inzulinu a vzniká DM1. Nejčastěji se tato forma projeví v dětství (proto dětská cukrovka) a nemusí vůbec souviset s dědičnými dispozicemi ani s obezitou (Vilímovský, 2015).

- A. Imunitně podmíněný diabetes (autoimunitní) – je nejčastější formou DM1 v populaci. Ke zničení β buněk dochází na podkladě buněčného autoimunitního procesu, který probíhá u geneticky predisponovaných osob. Klinický obraz závisí na agresivitě autoimunitního procesu. Velmi rychlý bývá zánik β buněk v dětství a dospívání, kdy se diabetes manifestuje klasickými příznaky, často

akutně rozvojem ketoacidózy. Destrukce ale může probíhat i velmi pomalu a teprve později vyústit v úplnou závislost na inzulinu. Zbytková sekrece inzulinu brání rozvoji ketoacidózy ještě několik let po zjištění onemocnění DM1. Může se projevit v jakémkoliv věku (Pelikánová, 2011).

- B. Idiopatický – popsán zejména v africké a asijské populaci. Etiologie je neznáma a klinicky jsou nemocní absolutně závislí na přívod exogenního inzulinu, mají sklon ke ketoacidóze. Nejsou známé prokazatelné známky autoimunity (Pelikánová, 2011).

Pojem „idiopatický“ vyjadřuje tzv. neschopnost v současné době porozumět etiologickým mechanismům tohoto typu diabetu. Z klinického hlediska jde o klasický obraz DM1, ovšem bez přítomnosti autoprotilátek, přesněji – bez schopnosti prokázat autoimunitní charakter vzniku DM1, jak umožňují dostupné laboratorní testy (Diabetes mellitus, 2003).

Labilní diabetes

Nebo-li tzv. „Brittle-diabetes“ (z ang. = znamenající křehký, vznětlivý, labilní), je pojem pro diabetiky, kteří vykazují obzvláště labilní a kolísající reakci na inzulin a příjem uhlohydrátů. Jako následek se objevují nevysvětlitelné vysoké či naopak nízké hladiny glykémie. Důvodem může být psychologický problém, a to v nedostatečném zvládnutí diabetu v běžném životě či vlivem stresové situace. Někdy může být důvodem jen samotná nespokojenost pacienta s jeho výsledky nebo nespokojenost lékaře s výsledky pacienta. Většina nevysvětlitelných kolísání hodnot se dá zvládnout konvenčními prostředky a opravdový labilní diabetes se vyskytuje velmi zřídka (Co je to labilní diabetes?, 2005).

Ostatní formy diabetu viz příloha 5.

2.1.5. Hormony ovlivňující glukózu

Glukóza je monosacharid, tj. nejjednodušší sacharid, který je společně s fruktózou a sacharózou obsažen v ovoci. Pro lidské tělo je glukóza jednou z nejdůležitějších látek a je také jediným cukrem obsaženým v krvi člověka, proto bývá označován jako krevní cukr. Krev rozvádí glukózu do všech částí lidského těla, zde ji rozkládají buňky a následně z ní získávají energii. Glukóza je hlavním nenahraditelným zdrojem energie a každá buňka dostává tolik glukózy, kolik právě potřebuje (Čermák, 2016).

Glukóza se do těla dostává 2 způsoby:

1. Z potravy – v některých potravinách v tzv. čisté podobě, většinou však jde o složitější sacharidy, které se v tenkém střevě štěpí na čistou glukózu. Odtud se vstřebává přímo do krve a stává se hlavním zdrojem energie pro všechny buňky. Nevyužitá glukóza se ukládá do jater v podobě zásobního škrobu glykogenu nebo je játry přeměněna na tuky a uložena do tukové tkáně.
2. Uvolňováním glykogenu ze zásob z jater – a to v případě nedostatku glukózy v krvi, kdy játra začnou uvolňovat zásobní glykogen nebo glukoneogenezí vytváří glukózu z tuků a bílkovin. Tyto procesy využívá tělo v období přijímání potravy nebo při vyšší fyzické aktivitě, při které tělo spálí více inzulínu (Čermák, 2016).

Glykémie (hladina krevního cukru) je v lidském těle za normálních podmínek stálá a udržovaná regulačními mechanismy. Glykémie se zvyšuje po jídle, za 20 – 30 min dochází k vrcholu hladiny cukru v krvi, poté se pozvolna během 90 – 180 min snižuje. Průměrně do 2 hod se glykémie vrátí na hodnotu, která je nalačno a která by „normálně“ měla být v hodnotě 80 – 100 mg ve 100 ml krve, tj. 5 – 5,5 mmol/l (Turek, 2003).

Inzulin

Je pro organismus nepostradatelným hormonem, který je produkován β buňkami Langerhansových ostrůvků pankreatu. U zdravého člověka je inzulin uvolňován v 5 – 15 minutových intervalech (tzv. pulzní sekrece) do portálního řečiště spolu s C-peptidem a menším množstvím nezpracovatelného proinzulinu (Brož, 2015).

Inzulin má v těle dvě funkce a to – jednak ukládat glukózu do zásob v játrech a jednak otevírat všechny buňky v těle, aby do nich mohla vstoupit glukóza a poté mohlo dojít ke snížení glykémie (Čermák, 2016).

Podnětem k vyplavení inzulinu je vyšší hladina krevní glukózy, k čemuž dochází zejména po jídle, kdy je glukóza vstřebávána z trávicího ústrojí do krve a naopak při nižší glykémii uvolňování inzulinu do krve ustává (Anděl, 1996).

Celková denní dávka u zdravého člověka činí asi 20 – 40 IU. Z toho asi polovina je uvolňována nezávisle na příjmu potravy – bazální sekrece, která rovněž blokuje nadměrnou produkci glukózy v játrech. Při příjmu potravy se vyplavuje druhá polovina denní sekrece inzulinu a slouží k regulaci glykémie po jídle – stimulovaná, prandiální sekrece (Brož, 2015).

Glukagon

Hormon glukagon se tvoří v A-buňkách Langerhansových ostrůvků pankreatu a v erythrocytech tenkého střeva, při poklesu glykémie, má tedy hyperglykemizující účinek (Kittnar, 2011).

Jeho funkcí je uvolňovat glykogen v játrech, kde se následně štěpí na glukózu. Další funkcí je spouštět glukogenezi a ketogenezi – štěpení tuků a bílkovin. Těmito způsoby zvyšuje glykémii a je tedy antagonistou inzulinu, ovšem ve srovnání s inzulinem je jeho účinnost slabá (Čermák, 2016).

Adrenalin

Tento hormon se vylučuje z dřeně nadledvinek a jeho funkcí je připravit tělo na stresovou situaci. K uvolnění do krve dochází během okamžiku a k jeho poklesu je naopak potřeba delšího času – až 10 minut. Při vyplavení adrenalinu do krevního řečiště

dochází k zúžení periferních cév, to má za následek vyšší krevní tlak. Vyšší hladina adrenalinu v těle znamená i vyšší a hlavně rychlejší dopravení kyslíku a glukózy (energie) ke tkáním. Jakmile se začne vyplavovat adrenalin, spustí se uvolňování kortizolu, který chrání tělo před přepětím a udržuje hladinu glukózy v krvi (Piqula, 2010).

2.1.6. Akutní komplikace diabetu

Mezi akutní (náhlé) komplikace diabetu patří hypoglykémie – hypoglykemické kóma, hyperglykémie – hyperglykemické kóma a diabetická ketoacidóza.

Vysoké hladiny krevního cukru jsou nebezpečné z hlediska vývoje komplikací a cévních změn, za to nízké hladiny jsou nebezpečné pro mozkovou tkáň. Obecně lze říci, že hypoglykémie je pro lidský organismus více nebezpečná než mírně zvýšená hladina krevního cukru (Matoušek, 2010).

Hypoglykémie

Pojem hypoglykémie znamená snížení hladiny glukózy v krvi pod dolní hranici normálních hodnot, za níž se považuje 3,3 mmol/l. Koncentrace glukózy v krvi se u zdravých osob pohybuje v rozmezí od 3,3 – 5,6 mmol/l. Hypoglykémie ale není problematikou pouze v diabetologii, zasahuje i do jiných oborů v medicíně (Perušičová, 2007).

U diabetika se považuje za potencionálně rizikovou glykémii již hodnota nižší než 4 mmol/l. Velmi riziková je naměřená glykémie pod 3,3 mmol/l, která nejčastěji vzniká v noci během spánku (Jirkovská, 2014).

Hypoglykémie vzniká při nedostatečném přísunu glukózy do krve nebo při jejím nadměrném odsunu. Pokles glykémie u DM1 je způsoben nepoměrem mezi účinkem aplikovaného inzulínu a potřebou glukózy v organismu. Dochází k tzv. vychytávání glukózy tkáněmi a tedy k její zvýšené metabolické clearanci (čištění). Rozvíjí se v důsledku zvýšeného účinku exogenního inzulínu. Častější hypoglykémie mohou významně ohrozit pacienta na životě, jak aktuálně, tak do budoucna, proto je zapotřebí jejich důkladná analýza a především pak prevence (Perušičová, 2007).

Příčiny:

Mezi nejčastější příčiny patří:

- Nadbytek inzulínu:
 - Je podáno více inzulínu, než odpovídá množství sacharidů v jídle, např. při aplikaci inzulínu s následným vynecháním jídla či sněžení menší porce, než bylo původně plánováno (nechutenství v období nemoci), nepřesný odhad množství sacharidů v pokrmu (Štechová, 2016).
 - Na začátku diabetu, když se ještě částečně obnovuje výroba inzulínu ve vlastních β buňkách = sečte se účinek inzulínu podaného s inzulínem vytvořeným vlastními β buňkami (První pomoc, 2016).

- Málo jídla:
 - Odložené jídlo, vynechání druhé večeře = hypoglykémie může vzniknout v noci ve spánku nebo zvracení = pacient se nají, ale následně jídlo vyzvrací.

- Nedostatek sacharidů:
 - Při rychlejší utilizaci glukózy a následnému odsunu do buněk – např. fyzická aktivita a to již při ní nebo v období následujícím. Týká se nejen sportovních aktivit, ale i běžných domácích a manuálních prací. Opatrnost je nutná i při činnostech jako jsou tanec či delší procházka a také např. v nemocnici vlivem změny režimu pacienta (stravovací režim, rehabilitace, zlepšení stavu, plná mobilizace), (Štechová, 2016).
 - Pohyb urychluje chemické spalování glukózy, z něhož tělo získává energii potřebnou pro svalovou činnost = pohyb, který snižuje zásoby glukózy, snižuje glykémii a vede také k rychlejšímu vstřebávání inzulínu v místě aplikace, díky většímu prokrvení svalů i podkožní vrstvy (První pomoc, 2016).

- Rychlejší vstřebávání inzulínu z místa vpichu:
 - Změna místa aplikace inzulínu do oblasti s rychlejší absorpcí (břicho – stehna). Dále vlivem tepla (sauna, horká koupel, pobyt na sluníčku) a fyzické aktivity.
- Chybné nastavení terapie
 - Self-monitoring glykémie může upozornit na vyšší frekvenci hypoglykémie v konkrétních fázích dne.
- Vliv některých léků
 - Medikamenty jako jsou sulfonamidy, salicyláty, betablokátory, tramadol a některá antidepresiva. Mechanismy jsou různé – např. blokáda glukoneogeneze či zvýšení sekrece inzulínu.
- Působení některých drog:
 - Návykové látky (budivé amfetaminy a kokain), mezi jejichž účinky patří zvýšení energetického výdeje a pokles chuti k jídlu. Pozor i na tzv. taneční drogy (Štechová, 2016).
- Alkohol
 - Blokuje glukoneogenezi = znemožňuje doplňování glukózy do krve ze zásob glykogenu v játrech (První pomoc, 2016).

Příznaky:

Mezi počáteční příznaky hypoglykémie patří: třes rukou, pocení, bledost, hlad, porucha soustředění, úzkost, celková slabost a nervozita. Někdy také hučení v uších, bolest hlavy, bušení srdce nebo pocit tuhnutí kolem úst. Při pokračující, těžké hypoglykémii, následuje větší podrážděnost, agresivita, zhoršená artikulace, větší bolest hlavy, neostré vidění a zmatenost připomínající opilost. Nejzávažnějšími příznaky jsou ztráta vědomí a křeče. Snadno přehlédnutelné jsou noční hypoglykémie, které se mohou i nemusí projevit. Pokud se projeví, tak nejčastěji pocením, nepříjemnými sny nebo ranními bolestmi hlavy (Jirkovská, 2014).

Další příznaky mohou být odvozovány od:

- stresové reakce – ze všech hormonů lze poznat pouze vzestup hladiny adrenalinu – tj. palpitace, zarudnutí, pocení a neklid;
- poruchy CNS – pocity hladu, neklid, křeče, parézy, bezvědomí, slabost, závratě, třes, pocení, palpitace, poruchy orientace, neurologické poruchy, poruchy vědomí a kóma (Kvapil, 2017).

Léčba a PP:

Odvíjí se hlavně od rychlosti nástupu příznaků. Je-li nemocný při vědomí a spolupracuje, pak podáme potraviny s vysokým obsahem sacharidů (cca 20 – 30g), čistý řepný cukr, sirup, sladkou kolu (ne light). Je-li pacient omezen poruchou vědomí, není vhodné riskovat aspirací a je potřeba nitrožilní aplikace glukózy, tzv. „oživnutí na jehle“. Alternativa je také podání glukagonu, který je určen pro laickou první pomoc u nemocných, u kterých se hypoglykémie častěji objevují, tudíž po výuce či zaškolení mohou takto ošetřit diabetika i příbuzní. Po probuzení diabetika je také důležité nezapomenout, aby se co nejdříve najedl, poněvadž stav hypoglykémie by se mohl opakovat. (Kvapil, 2017).

Hyperglykémie

Za hyperglykémii se považuje každá glykémie nad hodnotu 7 mmol/l, avšak příznaky vyvolávají glykémie podstatně vyšší. Akutně nebezpečná glykémie je nad 15 – 20 mmol/l, poněvadž může vést k většímu odvodnění i k život ohrožujícímu okyselení krve diabetika – ketoacidóze. Daleko častějším rizikem pro rozvoj pozdních komplikací diabetu jsou právě vyšší glykémie, které diabetici ani nepocítují (Jirkovská, 2014).

Příčiny:

Nejobvyklejší příčiny hyperglykémii jsou:

- Zaviněny chybami v aplikaci inzulínu – malými dávkami nebo vynecháním aplikace.
- Nesprávným podáváním inzulínu – únik inzulínu při vpichu nebo při netěsnosti kanyly u inzulínové pumpy.

- Špatné vstřebávání inzulínu – při vpichu do místa se změnami na kůži (modřiny, zatvrdliny, otoky, atd.).
- Dlouho nekontrolovatelný diabetes – zvláště v období stresových situací, jiných onemocnění (infekcí), větší chyby v dietě nebo náhlé změny pitného režimu (Jirkovská, 2014).

Příznaky:

K typickým příznakům hyperglykémie patří: únava, slabost, pocit žízně, sucho v ústech, časté močení nebo bolesti hlavy. Mezi méně nápadné lze zařadit: celkovou menší výkonnost, častý výskyt infekcí (plísňových, kožních hnisavých nebo močové infekce). Při těžké hyperglykémii bývá obvykle velká žízeň a sucho v ústech, velmi časté močení (cukr přecházející z krve do moče s sebou strhává mnoho tekutin). V důsledku toho dochází k odvodnění, kůže je suchá a teplá. U stále pokračující hyperglykémie dochází již k většímu vzniku ketolátek v krvi i v moči (aceton v moči) – projevuje se nechutenstvím, nevolností až pocitem na zvracení, někdy i bolestmi břicha. Největším rizikem je bezvědomí, kdy je dech výrazně cítit po acetonu, prohlubuje se dýchání, zrychluje a posléze dochází k bezvědomí i křečím (Jirkovská, 2014).

Léčba a PP:

Hyperglykémie se snižuje pomocí přesných dávek inzulínu, který se aplikuje buď v podobě injekcí kolmo do předem nabrané kožní řasy, nebo posláním korekčního bolusu v případě, když je pacient léčen inzulínovou pumpou. Hyperglykémie do 17 mmol/l lze snížit pomocí fyzické aktivity, nad hodnotu 17 mmol/l se fyzická aktivita nedoporučuje, kvůli zvýšenému riziku vzniku ketoacidózy (Tichá, 2013).

Diabetická ketoacidóza

Jedná se o život ohrožující stav a objevuje se nejčastěji, když tělu úplně chybí nebo nemá dostatek inzulínu. Organismus není schopný zužitkovat cukr (glukózu) jako zdroj energie, buňky hladoví a v tomto případě glukózu nahrazuje tuk. Při jeho rozkladu

během určitých metabolických pochodů, zejména během hladovění, vznikají produkty zvané ketolátky, které se postupně hromadí v organismu (Tichá, 2013).

Výskyt ketoacidózy u pacientů využívajících inzulinové pumpy je menší než u uživatelů bez pumpy – tj. u pacientů, kteří užívají inzulinová pera. Primárním důvodem vzniku epizod ketoacidózy jsou:

- ztráta správného dávkování inzulinu kvůli úniku inzulinu ze zásobníku;
- špatné těsnění kanyly v těle – kanyla může být tzv. povytáhnuta;
- horší vstřebávání inzulinu v podkoží kvůli změnám na kůži (boule, otoky), (Maahs, 2010).

2.1.7. Chronické komplikace diabetu

Chronické komplikace diabetu jsou závažným zdravotnickým, sociálním i ekonomickým problémem. Z 20 – 30% je DM příčinou chronického selhání ledvin, získané slepoty v dospělosti a amputace dolních končetin. Rozlišujeme:

- Specifické komplikace – mikrovaskulární nebo mikroangiopatie, u nichž je dominantní postižení mikrocirkulace (postižení kapilár a přilehlých úseků žilního a arteriálního řečiště), kam patří diabetická nefropatie, oftalmo/retinopatie a neuropatie (Kvapil, 2017).
- Nespecifické komplikace – makrovaskulární a makroangiopatie, které se manifestují zejména postižením arteriálního systému (změny větších cév mající charakter aterosklerózy), (Kvapil, 2017).
- Kombinací specifických a nespecifických komplikací je syndrom diabetické nohy (Kvapil, 2017).

Přesto, že stále vznikají novější léčebné postupy, nejúčinnější zůstává prevence – těsná kompenzace diabetu a důsledná trvalá edukace nemocných. Z etiologického hlediska lze říci, že ústředním bodem rozvoje mikrovaskulárních komplikací je hyperglykémie a že vnímavost k rozvoji chronických komplikací je zčásti geneticky podmíněna (Kvapil, 2017).

Diabetická nefropatie

Postihuje asi 35 – 40% diabetiků 1. typu, i když se toto procento postupně snižuje díky lepším a zpřísněným požadavkům na úroveň kompenzace. Nicméně absolutní počet nemocných s diabetickou neuropatií roste, protože se zvyšuje prevalence této choroby v populaci. Rozvoj této choroby probíhá v několika stupních – v první fázi hyperfunkční hypertrofie, do několika let po diagnóze je přítomna hyperfiltrace. Dále může přejít do latentní fáze mikroskopických změn, které obvykle trvají 2 – 15 let (Kvapil, 2017).

Diabetická retinopatie (oftalmopatie)

DR (diabetická retinopatie) se rozvíjí během prvních 20 let od onemocnění téměř u všech diabetiků 1. typu a u 3,6% vede až ke slepotě. Patří mezi jednu z nejčastějších příčin získané slepoty ve vyspělých státech, především mezi pacienty v produktivním věku (Perušičová, 2007).

Hlavní roli v rozvoji DR má hyperglykémie spolu se svými metabolickými důsledky, jehož výsledkem jsou změny v mikrocirkulaci sítnice, které zahrnují dysfunkci a ztrátu endotelových buněk, zmožutnění bazální membrány a ztrátu pericytů. Významnou složkou DR jsou rovněž neurodegenerativní změny nervových a gliálních buněk sítnice (Perušičová, 2007).

Podle Deshpandeho (2008), až 90% slepoty způsobené retinopatií u diabetiků může být zabráněno, pokud je zjištěno a léčeno brzy, proto je všem pacientům doporučováno každoroční dilatační vyšetření oka.

Diabetická neuropatie

Definováno jako pozdní klinické nebo subklinické onemocnění periferních nervů. Představuje heterogenní syndrom postižení hlavových, autonomních i periferních nervů (Perušičová, 2017).

Téměř každý pacient s trváním diabetu nad 10 let má známky polyneuropatie – ta postihuje všechny druhy periferních nervů, senzitivní nervy jsou výjimkou. Ovšem nejčastější formou diabetické neuropatie je právě postižení senzitivního nervstva,

k jejímž příznakům patří parestézie (brnění, mravenčení, svrbění apod.), dysestézie (porucha citlivosti), a hypestézie (snížená citlivost na zevní smyslové podněty). U postižení motorických nervů dochází k motorickým poruchám – svalové atrofii a snížení výbavnosti reflexů. Záludné z hlediska rozpoznání je postižení autonomní nervové soustavy, projevy jsou determinovány poruchou sympatické nebo parasympatické inervace jednotlivých orgánů:

- kardiovaskulární – náhlá smrt, snížení variability tepové frekvence;
- gastrointestinální – průjemy, poruchy evakuace žaludku;
- sexuální dysfunkce;
- sudometrické – paroxysmální pocení horní poloviny těla;
- vasometrické (Kvapil, 2017).

Diabetická noha

Soubor příznaků, které se specificky vyskytují na nohou diabetika a vznikají na základě predispozičních faktorů. Jedná se o patologický stav, který může vést k narušení tkáně chodidla i nohy. Rozvíjí se na základě mikrovaskulárního či makrovaskulárního postižení. Podle etiologie a klinického nálezu rozlišujeme diabetické nohy:

- neuropatická – teplá, citlivá, suchá, komplikuje se neuropatickým vředem, kloubem, edémem;
- ischemická – chladná, bez pulzací;
- neuroischemická – ulcerace, gangrény (Kvapil, 2017).

Pro stanovení diagnózy základem zůstává anamnéza a klinické vyšetření – barva, deformity, edém, rýhy, kožní otlaky, puchýře, ulcerace, známky infekce, přítomnost arteriálních pulzací. Dále je nutné provést základní neurologické vyšetření a angiologické vyšetření (doppler), (Kvapil, 2017).

Léčba je komplexní, nutné je ji zahájit co nejdříve, provádět důsledně nejlépe v rámci hospitalizace, kde mají pacienti klid na lůžku. Důležitá je těsná kompenzace, podání antibiotik, vazodilatancia (léky vyvolávající rozšíření cév), antiagregancia (léky

snižující krevní srážlivost), diabetická obuv a chirurgické ošetření. Nejvíce roste hlavně význam prevence – kontrola dolních končetin při každé návštěvě lékaře a následná edukace (Kvapil, 2017).

Nespecifické chronické komplikace diabetu

Tyto nespecifické komplikace jsou způsobeny aterosklerózou. Projevy postižení tepen se zásadním způsobem neliší od nediabetiků (výjimka je např. v predispozici postižení tepen dolních končetin). O závažnosti problému aterosklerózy u diabetiků svědčí skutečnost, že až 75% diabetiků umírá na kardiovaskulární a cerebrovaskulární komplikace (týkající se mozkových cév), (Kvapil, 2017).

Hypertenze

Vysoký krevní tlak souvisí s komplexem metabolických odchylek, zejména inzulinorezistencí a kompenzatorní hyperinzulinémií. Léčba hypertenze v celé populaci snižuje kardiální selhávání a u diabetiků 1. typu je doloženo, že léčba zvýšeného krevního tlaku působí preventivně proti vzniku diabetické nefropatie a zpomaluje její progresi. Při léčbě je nezbytné mít na paměti přítomnost metabolické poruchy, vyhnout se tedy lékům, které krevní tlak zvyšují – např. thiazidová diuretika. Naopak vhodné jsou např. vazodilatancia nebo ACE inhibitory. Cílem léčby u mladých osob je dosažení krevního tlaku pod 130/80 mmHg, u osob vyššího věku pod 140/85 mmHg (Kvapil, 2017).

Souhrnně chronické komplikace diabetu jsou zodpovědné za vysokou morbiditu a mortalitu nemocných. Přesto, že se objevují nové léčebné postupy, stále zůstává neúčinnějším postupem zmiňovaná prevence i edukace (Kvapil, 2017).

2.1.8. Léčba diabetu

Základním cílem léčby diabetu je dosažení „normálních“ hodnot glykémie, vyrovnání všech dalších jiných odchylek metabolismu, normalizace krevního tlaku, dosažení normální hmotnosti a odstranění klinických příznaků dekompenzovaného diabetu. To je dobrým předpokladem pro snížení morbidity i mortality diabetické populace současně se zlepšením kvality života (Kvapil, 2017).

Úroveň metabolické kompenzace se posuzuje podle přítomnosti klinických příznaků, podle hodnot glykémie, glykosurie, ketonurie a podle lipidogramu séra. Dominantní postavení zaujímá v současné době nejvíce vyšetření glykovaného hemoglobinu HbA1c. Tento parametr informuje o průměrné glykémii v posledních cca 2 měsících před dobou odběru. Normální hodnoty jsou do 6%, velmi dobrá kompenzace diabetu je do 7,5% a tolerovaná do 9%. Trvale se ovšem diskutuje o tom, zdali je možné označit nějakou hodnotu, definující úroveň kompenzace diabetu, za bezpečnou hranici, jejíž stanovení pak může zabránit vzniku dalších komplikací. Zatím většina epidemiologických a experimentálních údajů svědčí pro tu skutečnost, že riziko rozvoje mikrovaskulárních komplikací se významně zvyšuje při překročení hodnoty glykémie nad 7 mmol/l, riziko makrovaskulárních komplikací již při překročení hodnoty lačné glykémie 6 mmol/l. Tyto hodnoty potvrzují významnost základního snažení v léčbě diabetu – komplexní normalizace všech poruch metabolismu (Kvapil, 2017).

Na léčbu diabetu jsou státem vydávány nemalé finanční prostředky a proto i z těchto důvodů Česká republika jako jedna z prvních evropských zemí připravila Národní diabetologický program, který je v platnosti od roku 2013 a jehož cílem je podpora vzniku opatření pro prevenci diabetu, včasná diagnostika, zlepšení podmínek pro časnou terapii, včasný záchyt pozdních komplikací a jejich léčba (Aktivity, 2017).

Inzulinová léčba

Inzulin byl objeven pány Bantingem a Bestem roku 1921, kdy tentýž rok se poprvé podařilo zachránit život dítěte, které onemocnělo diabetem 1. typu (viz příloha 6), (Lebl, 2010).

Napomáhá při léčbě obou typů diabetu 1. typu i 2. typu. Pacienti s diabetem 1. typu jsou léčeni inzulinem vždy, kdežto pacienti s 2. typem diabetes mellitus mohou využívat jak inzulin, tak i perorální léčbu, nebo obě kombinace dohromady (Slowiczek, 2016).

Inzulin patří mezi nejstarší léčebný prostředek v diabetologii. Na jedné straně existuje dostatečné množství klinických zkušeností s jeho terapeutickým užíváním a využitím, ovšem na straně druhé se také v posledních letech objevují nové dostupné inzulinové prostředky (HM inzuliny, inzulinová analoga), inzulinové aplikátory a nové poznatky týkající se inzulinu. Evidentní je skutečnost, že inzulin je nejefektivnějším lékem,

pokud jde o snížení hyperglykemií, a jeho správné podání dokáže snížit jakoukoliv hladinu hyperglykémie na požadovanou cílovou hodnotu (Perušičová, 2011).

Podle Jirkovské (2014), pro nového diabetika znamená přechod na léčbu inzulínem zásah do navykklého způsobu života. Vyžaduje zpočátku větší přizpůsobivost, později je spojen se zlepšením zdravotního stavu a po správném zacvičení a při dobrém technickém vybavení většina diabetiků inzulínovou léčbu snáší dobře.

Typy inzulínové léčby

Všechny typy inzulínu mají stejný účinek, pouze struktura různých typů ovlivňuje, jak rychle a jak dlouho působí, aby mohly napodobit přirozené zvyšování a snižování hladin inzulínu v celém těle během dne.

- Rapid-acting inzulín (rychle působící) – začíná pracovat přibližně 15 min po podání a účinkuje 2 – 4 hodiny (např. Apidra, Humalog, NovoRapid);
 - je také typem inzulínu, který se používá do inzulínových pump.
- Short-acting inzulín (krátkodobě působící) – podávaný nejčastěji před jídlem, začíná pracovat za 30 – 60 min a po podání účinkuje 5 – 8 hodin (např. Actrapid HM, Humulin R, Insuman Rapid).
- Intermediate-acting (s prodlouženým účinkem) – začíná pracovat 30 – 60 min po podání a účinkuje až 8 hodin (např. Humulin N, Insulatard HM, InsumanBasal).
- Long-acting (s dlouhým účinkem) – začíná pracovat za 90 – 120 min a účinkuje až 24 hodin (Slowiczek, 2016).

Podávání a dávkování inzulínu

Inzulín se podává buď injekční stříkačkou (perem) nebo inzulínovou pumpou, nikoliv perorálně či jiným způsobem. O způsobu, jak si bude pacient inzulín podávat, rozhoduje pacient i jeho ošetřující lékař. Místo aplikace, stejně jako zavedení kanyly v případě léčby inzulínovou pumpou, se zavádí do podkoží, a to do břicha, horní části paže, stehna nebo hýždí – volba místa je individuální. Jediným rozdílem mezi těmito místy je časová odchylka vstřebávání inzulínu v podkoží (Slowiczek, 2016).

Nejrychleji se inzulin vstřebává z podkoží břicha, dále z paže, z hýždí a nejpomaleji ze stehen, tudíž se liší nástup i trvání účinku inzulinu. Vpichy do jedné oblasti při každé injekci se posunují shora dolů, ve vzdálenosti 3 cm, střídavě na pravou a levou stranu asi po týdnu. V případě inzulinové pumpy se infuzní sety zavádějí po 2 – 3 dnech, střídavě vpravo vlevo ve vzdálenosti 3 – 5 cm od zavedení předchozí kanyly. Inzulin se nepíchá do míst, která jsou zatěžována (např. po zvedání těžkých břemen do paží a břicha nebo po sportu, jízdě na kole do stehen), poněvadž by se inzulin mohl vstřebávat rychleji. NIKDY se inzulin nepíchá do míst, která jsou oteklá, barevně změněná, bolestná, zatvrdlá nebo jinak změněná. V tomto případě se totiž inzulin nemusí vstřebat a může dojít k těžké hyperglykémii nebo se inzulin uvolní nepravidelně a způsobí rozkolísání diabetu (Jirkovská, 2014).

2.1.9. Edukace

Slovo „educio, educare“ pochází z latinského jazyka a znamená výchovu či vychovávat. Stále častěji je kladen důraz na edukační proces v péči o nemocné. Edukace se stala v posledních letech důležitou součástí kvalifikované péče a výrazně napomáhá plnit cíle moderního zdravotnictví. Nejobecněji edukace označuje jakékoliv situace s jedinci, při nichž probíhá edukační proces a dochází k tzv. učení. Člověk, který je aktivním producentem vyučování, je označován jako edukátor(ka) a subjekt učení je edukant(ka), (Geoffrey, 1996).

Nutnost dobré kompenzace začal propagovat Dr. Elliot P. Joslin z Bostonu, a to hlavně pro předcházení komplikacím diabetu, proto zavedl edukaci diabetiků s nutností změnit i životní styl. Až kolem 70. let 20. století se rozšířily strukturované edukační programy DTTP (Diabetes Teaching and Treatment Programme) a edukace byla zahrnuta do základní léčby diabetu (Jirkovská, 2014).

Edukace je velmi důležitou součástí péče o pacienty s diabetem, jelikož jim napomáhá k větší samostatnosti a odpovědnosti za své zdraví. Vzdělávání a více informací zvyšuje povědomí o dané chorobě a o možných rizicích ovlivňujících zdraví. Edukace také umožňuje upravit jejich léčbu, poněvadž v menší míře si pacienti mohou některé změny provádět sami (Fejfarová, 2008).

Kdy edukace probíhá:

V nejlepším případě vždy na začátku onemocnění a poté kdykoliv, kdy pacient potřebuje. Edukace je poměrně časově náročná, někdy probíhá až 3 hodiny, ovšem u pacientů s nově diagnostikovaným diabetem nelze komplexně zvládnout celou problematiku daného onemocnění během „jednoho sezení“. Prospěšná edukace by měla celkem trvat minimálně 16 – 20 hodin (Fejfarová, 2008).

Kdo edukaci realizuje:

Edukaci provádějí lékaři, specializované sestry nebo vyškolený zdravotnický personál. Edukační program lze pojmut formou workshopů či přednášek, které jsou pořádány v rámci edukačních kurzů při hospitalizaci pacienta, po objednání pacienta přímo do nemocnice nebo v rámci rekondičních pobytů. Rekondiční pobyty mohou být víkendové až týdenní. Při edukaci je vhodné použít názorné pomůcky, videoprojekci a také edukační materiály, které jsou pacientům vždy k dispozici a nápomocny (Fejfarová, 2008).

Edukační sestra poskytuje:

- informace o nemoci (DM1) dle svých kompetencí, o režimových opatřeních, rizikových faktorech a správné životosprávě;
- zkušenosti jiných pacientů (anonymně);
- vlastní zkušenosti dle své klinické praxe;
- naučené materiály – knihy, články, texty, brožury, publikace;
- dovednosti, naučené správné techniky – např. aplikaci inzulínu;
- rady a ostatní návody (Svěráková, 2012).

Cíle edukace:

Během edukace rozeznáváme 4 základní druhy cílů – dle toho, čeho chceme v rámci edukačního procesu u pacienta dosáhnout:

- poznávací = kognitivní;
- afektivní = emocionální;
- behaviorální = výchovný;
- psychomotorický (Juřeníková, 2010).

Nejčastěji se pacient začíná edukovat o:

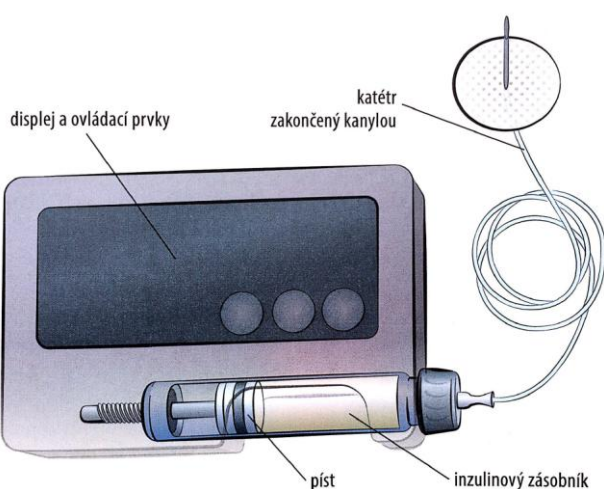
1. patogenezi diabetu
2. možnostech léčby
3. úpravách léčby
4. akutních i pozdních komplikacích diabetu
5. dietě
6. fyzické aktivitě
7. psychické problematice
8. péči o dolní končetiny
9. self-monitoringu (Fejfarová, 2008).

Během edukace je velmi důležitá komunikace edukátora s pacientem. Kristová (2004) definuje komunikaci jako proces výměny – odevzdávání a přijímání zpráv. „Tím, že se mezi dvěma nebo několika lidmi uskutečňuje vzájemná výměna informací, stávají se tímto informace pro všechny zúčastněné společné“. Pokorná (2006) doplňuje, že komunikace je vytvářena jako vztah mezi minimálně dvěma subjekty, kteří o sobě vědí a společně spolu subjektivně sdílejí, prožívají, společně reagují na určitou objektivní situaci. Z uvedeného textu jednoznačně vyplývá úzký vztah mezi úrovní komunikace a efektivitou edukace. Pro edukaci jsou důležité nejenom komunikační znalosti, ale i dovednosti. Na komunikačním procesu se podílí edukátor, sděluje informace edukantovi, který v nejlepším případě podává zpětnou vazbu edukátorovi a reaguje, že sděleným informacím porozuměl či neporozuměl (Juřeníková, 2010).

2.2. Technologie v léčbě diabetu (v diabetologii)

2.2.1. Inzulinová pumpa

Inzulinová pumpa (CSII – continuous subcutaneous insulin infusion = kontinuální podkožní infuze inzulínu – viz obr. 1) je malý přístroj, který se skládá ze zásobníku na inzulín, ten je katétretem napojen na kanylu a kanyla zavedena do podkoží. Inzulín je ze zásobníku dávkován tlakem pístu (Štechová, 2016).



Obr. 1. Schéma inzulínové pumpy (Štechová, 2016)

Do inzulínových pump se používají rychle působící inzulínová analoga. Pumpa pracuje v režimu bazál (bazální dávka) – bolus (bolusová dávka). Bazál znamená, že pumpa podle předem nastavených hodnot dávkuje inzulín od půlnoci do půlnoci – 24 hod/den. Bolus, tzv. inzulín „k jídlu“ si pacient volí sám, dle množství sacharidů, které se chystá sníst, a to zadáním konkrétní hodnoty do pumpy, která poté vyšle množství jednotek (U) inzulínu. Svým způsobem se inzulínová pumpa snaží co nejvíce napodobit fyziologickou sekreci inzulínu zdravého člověka. Komerčně dostupné inzulínové pumpy zatím stále neumějí „samy“ dávkovat inzulín a přizpůsobit se tak aktuální potřebě diabetika (Štechová, 2016).

2.2.2. Léčba inzulinovou pumpou

Tento typ léčby, který využívá sofistikované technologie je považován za vrchol současných běžně dostupných možností v terapii diabetes mellitus. Při léčbě inzulinovou pumpou si pacient inzulin podává („posílá“) ve 2 formách, a to jako bazální dávka a dávka bolusová (Brož, 2015).

Důvody, proč začít léčbu inzulinovou pumpou:

Z praktického hlediska lze tyto důvody rozdělit na léčbu doporučenou lékařem, nejčastěji když není možné diabetes úspěšně léčit jinak nebo jsou-li přítomné komplikace diabetu už v dětském věku. O léčbě inzulinovou pumpou rozhoduje diabetolog po domluvě s pacientem nebo u dětí navíc s rodiči. Nejčastější důvody jsou:

- přes veškerou snahu neuspokojivě kompenzovaný diabetes;
- výrazné hyperglykémie po jídle a nad ránem spolu s hypoglykémiami mezi jídly a v průběhu dne;
- hypoglykémie, které na sobě pacient nepozná;
- labilní diabetes mellitus;
- chronické komplikace diabetu – častěji u dospívajících;
- někdy z důvodu předejít dlouhodobému postižení (Neumann, 2011).

Inzulinová pumpa je kontraindikována:

- nespolupracujícím pacientům, kteří nejsou ochotni a nedodrží dietní režim;
- pacientům, kteří nejsou schopni ovládat pumpu a porozumět technice – v případě dětí musí porozumět ovládání pumpy (Štechová, 2016).

Výhody léčby inzulinovou pumpou:

Zásadním rozdílem oproti jiným typům inzulinové terapie je:

- možnost naprogramovat bazální profil po malých dávkách (většinou po 30 – 60 min) na celých 24 hod – není cílem nastavit na každý časový interval jinou

dávku inzulínu, ale hlavně předejít tzv. fenoménu úsvitu nebo naopak aktuálně dávkování snížit v případě sportovní aktivity apod.;

- pro pacienty většinou příjemnější způsob života s pumpou v porovnání s inzulínovými pery (hlavně méně vpichů a zásahů do těla);
- přístroje zároveň disponují různými modifikacemi bolusového dávkování, které lze využít např. s ohledem na glykemický index potravin nebo umožňují kalkulaci bolusové dávky (kolik jednotek inzulínu by si pacient měl poslat), (Brož, 2015).

CSII (continuous subcutaneous insulin infusion) se ukázala být extrémně účinná při léčbě DM1. Poskytuje lepší kontrolu hladiny glykémie než konvenční terapie. Snižuje frekvenci i závažnost hypoglykemických událostí a zvyšuje flexibilitu životního stylu jedince. Pro úspěšné využití CSII je důležitý kvalifikovaný tým odborníků poskytujících zdravotní péči a následné důkladné hodnocení výsledků (Lenhard, 2001).

2.2.3. Modely inzulínových pump

Existuje mnoho typů inzulínových pump, na trh přicházejí stále novější modely, ovšem největším rozdílem mezi nimi je inzulínová pumpa s využitím kontinuální monitorace glykémie či bez monitorace (viz tabulka 3). Volba je na každém pacientovi, spolu po konzultaci a zvážení s jeho vlastním ošetřujícím lékařem.

Model	Firma	
MiniMed 640G	Medtronic	s kontinuální monitorací
AnimasVibe	A.Import	s kontinuální monitorací
Accu-ChekInsight	Roche	bez kontinuální monitorace
DANA Diabecare R	SOOIL	bez kontinuální monitorace
YPSOMED	Medatron	bez kontinuální monitorace

Tabulka 3. Vybrané modely inzulínových pump (autorka) – (foto viz příloha 7)

2.2.4. Inzulínová pumpa MiniMed® 640G

Inzulínová pumpa (viz obr. 2. číslo 1) je malé elektronické zařízení, přibližně o velikosti mobilního telefonu, které lze snadno upevnit na pásek, vložit do kapsy nebo připevnit na podprsenku, zepředu či z boku. Díky kontinuální podkožní inzulínové infuzi je nahrazena potřeba podávání častých injekcí s inzulínem, a jak již bylo zmíněno, inzulínová pumpa funguje ve dvou profílech bazál – bolus (Léčba inzulínovou pumpou, 2016).



Obr. 2. Inzulínová pumpa MiniMed® 640G č. 1., zásobník č. 2., infuzní set č. 3., zavaděč infuzních setů č. 4 (Léčba inzulínovou pumpou, 2016).

Příslušenství k inzulínové pumpě:

Kromě samotné inzulínové pumpy pacient dále potřebuje:

- zásobník (viz obr. 2. číslo 2) – vyroben z plastu, který je před vložením do pumpy naplněn inzulínem (NovoRapid);
 - zásobníky jsou vyráběny o objemu 180 nebo 300 jednotek inzulínu a jsou určeny k jednorázovému použití buď na 2, nebo 3 dny;
- infuzní set (viz obr. 2. číslo 3) – přivádí inzulín ze zásobníku do oblasti infuzní plochy pomocí flexibilní hadičky a existuje více typů (viz příloha 8);
- zavaděč infuzních setů (viz obr. 2. číslo 4) – infuzní set se vloží do zavaděče, přiloží na tělo a jednoduchým stiskem tlačítka se set snadno, rychle a prakticky bezbolestně zavede do podkoží (Léčba inzulínovou pumpou, 2016).

2.2.5. Systém MiniMed® 640G

Inzulínová pumpa MiniMed® 640G s funkcí SmartGuard® (viz příloha 9) dokáže mnohem přirozeněji napodobit sekreci inzulínu zdravé slinivky tím, že ve dne v noci podává do těla velmi malé množství inzulínu (v mikro kapičkách) a napomáhá před hypoglykemickými událostmi. Software CareLink™ je vhodným nástrojem pro sledování průběhu léčby, který lze zjistit z diagramů a grafů souhrnné zprávy. Umožňuje pacientovi a ošetřujícímu lékaři odhalit glykemické trendy a tím i upravit léčbu. Poskytuje stručný přehled o podaném inzulínu, stravě, cvičení, kompenzaci diabetu a o hladinách glukózy. Dále denní data ze senzoru v jediné tabulce. Porovnání dat podle jídel a denní souhrn, který nabízí denní přehled ve třech grafech včetně údajů o hladině glukózy naměřené glukometrem a senzorem, o spotřebě inzulínu, počtu sacharidových jednotek a pohybové aktivitě (Terapeutický software CareLink™, 2016).

- Software **CareLink™ Personal** je určen pro pacienty a je dostupný na internetu – jedná se o zabezpečený on-line systém, který zobrazuje stažená data z inzulínové pumpy v souhrnné zprávě. Údaje je možné stáhnout odkudkoliv s přístupem k internetu, a to pomocí vstupního zařízení CareLink™ USB, nebo glukometru CONTOUR® PLUS LINK 2.4. Pro registraci do programu stačí pouze e-mailový účet (Terapeutický software CareLink™, 2016).
- Software **CareLink™ Pro** je navržen pro použití klinickým lékařům, proto je dostupný pouze zdravotnickým odborníkům. Zprávy z tohoto programu obsahují stejné údaje z inzulínové pumpy, jako je tomu v případě softwaru CareLink™ Personal, avšak tyto zprávy se liší tím, že obsahují údaje, které slouží ke klinickému hodnocení léčby inzulínovou pumpou. Tento software je instalován do počítače z CD-ROM zařízení (Terapeutický software CareLink™, 2016).

Výhodou softwaru CareLink™ je, že si veškeré údaje z inzulínové pumpy pacienti mohou stahovat doma na internetu a po zpřístupnění (tzv. prolinkování) z jejich účtu **CareLink™ Personal** do softwaru **CareLink™ Pro** jejich ošetřující lékař ihned vidí stažená data na svém počítači a může rovněž ihned, telefonicky či e-mailem, konzultovat úpravu léčby.

2.2.6. Self-monitoring glykémie

SMBG – samostatné domácí měření glykémie glukometrem (viz obr. 3) se dnes stává nedílnou součástí komplexní léčby diabetu. Pacient prostřednictvím SMBG může lépe rozpoznat svůj diabetes, může zhodnotit změny glykémie před jídlem i po něm, v průběhu fyzické aktivity a v nočních hodinách. Četnost měření závisí na každém pacientovi individuálně, ovšem pravidelnost napomáhá diabetikům udržovat zdravý životní styl i lepší kompenzaci léčby. Pacient s DM1 by se měl měřit 4 – 8x denně, s přihlédnutím k labilitě / stabilitě diabetu a úrovni metabolické kompenzace. Pro zpětné zhodnocení lékařem je výhodné alespoň 1x za týden provést soubor měření v průběhu jednoho dne: nalačno + po snídani + před obědem + po obědě + před večeří + po večeří + před spaním + ve 3:00 hodin ráno – pokud to není nutné, nemusí se pacient s DM1 takto měřit každý den (Štechová, 2016).



Obr. 3. Glukometr CONTOUR[®] PLUS LINK 2.4 od firmy BAYER (foto autorka)

2.2.7. Kontinuální monitorace glukózy

Kontinuální monitorování glukózy (CGM) poskytuje komplexní obraz o skrytých nízkých a vysokých hodnotách glukózy, které nemusí být vždy odhaleny vyšetřením hodnoty HbA1c (glykovaného hemoglobinu), ani měřením glykémie glukometrem. Při používání CGM pacient může vidět vývoj hladiny glukózy v průběhu celého dne 24 hodin denně. Tato technologie funguje spojením vysílače Guardian2 Link s glukózovým senzorem ENLiTE, následně jsou data o hladině glukózy bezdrátově přenášena do inzulinové pumpy MiniMed 640G, kde je pacient ihned vidí na displeji. Výsledky měření se aktualizují každých 5 minut a na displeji jsou barevně zobrazeny. Pravidelná

aktualizace umožňuje lépe pochopit, jak se glykémie mění a sníží se tak i počet měření glukometrem, tedy sníží se i počet vpichů do konečků prstů (Systém MiniMed, 2016).

V zásadě CGM patří mezi méně invazivní techniky pro měření glukózy. Lze jej použít, ať už pacienti nosí inzulínovou pumpu nebo používají inzulínová pera k dodání inzulínu. Systémy CGM pracují 24 hod denně, mají varovné výstrahy, které indikují, kdy jsou hladiny glukózy příliš vysoké nebo příliš nízké (Continuous Glucose Monitoring, 2017).

Aby senzor ENLiTE začal správně měřit, je nutné provést první kalibrační glykémii – tzn. zadat hodnotu naměřenou glukometrem do inzulínové pumpy MiniMed 640G, čímž se senzoru udělí výchozí bod pro měření. Senzor vyžaduje minimálně dvě kalibrace za den, tj. každých 12 hodin. Měření senzoru jsou pak v souladu s glukometrem a výsledky kontinuálního monitorace glukózy (CGM) odpovídají hladinám glukózy v krvi (CGM a senzory, 2016).

Podle Peláka (2015) naměřená glykémie ze senzoru se neodečítá z krve, jako při měření glukometrem, ale z mezibuněčné tekutiny, což přináší jednu nevýhodu a tím je zpoždění hodnot. Jelikož glukóza a inzulín jsou po těle transportovány krví, odezva na aplikaci inzulínu se projeví na hladině glukózy nejdříve v krvi a až následně, když se „vsákne“ do těla, se hodnota projeví v mezibuněčné tekutině. Tato odezva se pohybuje mezi 5 – 30 min, proměnlivost je u každého jedince jiná. Závisí na obsahu tělesného tuku, aktuálním stavu těla, stresových faktorech a rychlosti případných požitých sacharidů apod. Vliv na rychlost odezvy také mají samotné senzory, i zde platí, čím modernější senzor, tím je odchylka a odezva menší.

2.3. Diabetes mellitus 1. typu a sport

U osob s DM1 je fyzická aktivita často běžnou součástí života. Mnoho pacientů, kteří před stanovením diagnózy diabetu sportovali, si přeje pokračovat v aktivním a někdy i vrcholovém sportu. Některé publikace uvádějí, že dobře kontrolovaný sportovec s DM1 je schopen stejného výkonu jako nediabetik, jiní naopak, že výkon sportovce s DM1 je nižší. Sport mírné intenzity má u všech typů diabetu jednoznačně příznivý účinek a vliv na organismus (viz tabulka 4), (Rušavý, 2012).

Sport u diabetiků:
<ul style="list-style-type: none">• snižuje inzulinovou rezistenci
<ul style="list-style-type: none">• zvyšuje HDL cholesterol, snižuje hladinu LDL cholesterolu a triacylglycerolů
<ul style="list-style-type: none">• zlepšuje elasticitu trombocytů, zvyšuje aktivitu fibrinolytických dějů, snižuje trombotickou dispozici
<ul style="list-style-type: none">• zlepšuje psychický stav i kvalitu života
<ul style="list-style-type: none">• zvyšuje svalovou a snižuje tukovou hmotu, ovlivňuje složení těla
<ul style="list-style-type: none">• snižuje objem viscerálního tuku

Tabulka 4. Účinek fyzické aktivity u diabetiků (Rušavý, 2012)

Inzulin je v těle tzv. klíčem = otevírá buňky, aby glukóza mohla vstoupit a proniknout do buněk, čímž dochází ke snížení glykémie. Při fyzické aktivitě nastává zvýšená potřeba energie/glukózy. Nejprve se použije glukóza z krve a glykogen. Pokud glukóza není dodána potravou, vyčerpají se zásoby glykogenu a po vyčerpání těchto zásob nastává snížení glukózy v těle = hypoglykémie. Pokud glukóza nevstupuje do buněk, buňky nemají energii a nastává hyperglykémie. Svaly používají svalový glykogen – po jeho vyčerpání se štěpí jaterní glykogen a glukóza jde z jater do krve – v krvi se glukóza hromadí – hyperglykémie – buňky jako náhradní zdroj štěpí tuky – tvoří se ketony až vzniká i ketoacidóza (Venháčová, 2007).

Efekt sportování je samozřejmě přínosem pro organismus, v kondici jak svalové, tak kardiovaskulární. Pravidelnost tréninku vede k rychlejšímu nastartování spalování na podkladě oxidativní fosforylace, díky tomu je pak glykogen spotřebováván mnohem efektivněji (Rušavý, 2012).

Reakce glukózy v krvi vzhledem k fyzické aktivitě jsou vysoce variabilní. Obecně, aerobní cvičení snižuje glykémii, pokud se provádí v postprandiálních intervalech s obvyklou dávkou inzulínu podávanou při jídle před cvičením, pak může způsobit nadměrné poklesy hladiny glukózy v krvi. Velmi intenzivní aktivity mohou poskytnout lepší stabilitu glukózy nebo zvýšení glykémie, pokud je relativní intenzita vysoká a krátká (10 min). Smíšené tréninky, např. intervalové nebo individuální sporty na hřišti jsou také spojeny s lepší stabilitou glukózy. Cvičení a fyzická aktivita by tedy měly být doporučeny a předepsány všem jedincům s diabetem jako součást řízení glykemické kontroly. Ovšem specifická doporučení by se měla lišit podle typu diabetu, věku, provedené činnosti a výskytu cukrovky – měla by být přizpůsobena potřebám každého jedince. Jako plus vedle fyzické aktivity by pacienti měli snížit čas denního sedavého způsobu života, až nakonec zjistí, že takováto změna strategie v pohybu jim pomůže k podpoře a udržení celoživotní fyzické aktivity a životního stylu (Colberg, 2016).

Vhodnými pohybovými aktivitami jsou převážně aerobní činnosti více svalových skupin s předvídatelným, regulovatelným trváním a intenzitou, avšak neexistuje mnoho návodů, jak vybírat vhodnou fyzickou aktivitu a její dávkování. Doporučuje se zejména rychlá chůze, plavání, jízda na kole, běh na lyžích apod. (Máček 1998).

Pokud jde o čistě zdravotní zájem, tak vhodnými pohybovými aktivitami (PA) jako u nediabetiků z hlediska kardiovaskulární prevence jsou aerobní aktivity střední intenzity 30 min/3x týdně. Silové PA nejsou pro diabetiky zcela dobrou volbou. Celkový čas cvičení bývá využit velmi neefektivně, někdy i jen 10 – 20%. Také rychlé anaerobní PA nejsou vhodné, vedou k produkci laktátu, který se poté musí po určitou dobu odstraňovat odpočinkem. Tyto PA tedy obvykle nemají žádný význam v redukci hmotnosti či kompenzaci diabetu, mohou však podpořit tvorbu svalové hmoty. Fyzickou aktivitu nad 70% aerobní kapacity nelze vykonávat po delší dobu a optimální je dosahovat kapacity jen na 40 – 50% maxima (Svačina, 2010).

Pravidelný pohyb zcela jistě patří do základního programu každého diabetika a je potřeba ho zohlednit při výpočtu základní inzulínové spotřeby. Neplánovaná nebo náročná fyzická aktivita se musí zahrnout do výpočtu množství inzulínu aplikovaného

společně s hlavním jídlem. Poklesu glykémie po fyzické aktivitě lze předejít tím, že se tělu dodá větší množství sacharidů nebo sníží dávka inzulínu. Záleží na tom, o jak velkou fyzickou zátěž se jedná, v jaké intenzitě a jak dlouho trvá (Bottermann, 2008).

Podle Rybky (2006) hypoglykémii lze definovat jak laboratorně (pokles pod 3,3 mmol/l, popř. 4,2 mmol/l), tak klinicky. Rozpoznání hypoglykémie při pohybové aktivitě je někdy složité, poněvadž hypoglykemické symptomy jsou podobné běžně se objevujícím pocitům při fyzické zátěži např. slabost, pocení, pocit hladu apod. Edelsberger (2009) tvrdí, že každá hypoglykémie zvyšuje riziko vzniku další hypoglykémie. Dochází ke snížení odpovědi kontraregulačních hormonů a sníženému vnímání hypoglykémie, což může vyústit až v syndrom nerozpoznání hypoglykémie.

Při nepravidelné, respektive výraznější PA je vhodné snížit dávku inzulínu, monitorovat glykémii a zvýšit příjem glukózy. Při cvičení s inzulínovou pumpou se dle Svačiny (2010) doporučuje snížit bazální dávku inzulínu na 50 – 80%. Pokud pacient bude cvičit před jídlem, je vhodné redukovat bolus o 20 – 50%. Další možností je zvýšení dávky jídla o 15 – 30 g sacharidů nebo kombinace mírného snížení bolusu a přidání jídla.

Různé odborné publikace nabízejí odhady přidaného jídla a snížení inzulínu v závislosti na pohybové aktivitě. V tabulce 5 jsou uvedeny návrhy na přidání jídla dle délky zátěže, její intenzity a předzátěžové glykémie tak, jak to pacientům doporučují diabetologové z FN Královské Vinohrady. Vždy je ovšem třeba vyzkoušet, jak fungují u konkrétního jedince a získat tak určitou osobní zkušenost. Každý organismus funguje trochu odlišně a všeobecně doporučený postup může vyžadovat upravení (Daďová, 2014).

Zátěž	Výchozí glykémie	Co přidat
Pohyb krátkého trvání a mírné intenzity (chůze nebo pomalá jízda na kole méně než 30 min)	pod 4 mmol/l	1 VJ před zátěží
	4 – 7 mmol/l	1 VJ po zátěži
	nad 7 mmol/l	Nic
Pohyb střední intenzity trvající 1 hodinu (rekreační tenis, plavání, běh, jízda na kole)	pod 4 mmol/l	2 – 4 VJ před zátěží a pak 1 VJ každou hodinu
	4 – 10 mmol/l	1VJ před zátěží a pak 1 VJ každou hodinu
	10 – 17 mmol/l	Nic
Pohyb vysoké intenzity (fotbal, lední hokej, basketbal, intenzivní plavání, běh na lyžích)	pod 4 mmol/l	4 VJ před zátěží a pak monitorovat glykémii po hodině a dle výsledků přidat další VJ
	4 – 10 mmol/l	2 – 4 VJ před zátěží a pak každou hodinu totéž
	10 – 17 mol/l	1 VJ před zátěží a pak každou hodinu totéž

Tabulka 5. Možnosti prevence glykémie přidáním jídla (upraveno dle Daďová, 2014)

2.3.1. Doplnění sacharidů

V tabulce 6 je zobrazené orientační doplnění sacharidů při střední fyzické aktivitě (FA) v trvání cca 60 min, dle glykémie naměřené před cvičením:

Glykémie před FA	Doplnění sacharidů (S)
Pod 4 mmol/l	20 – 40g S před FA + 10 g S každou hodinu
4 – 10 mmol/l	10 g S před FA + 10 g S každou hodinu
10 – 17 mmol/l	Nejíst
Nad 17 mmol/l	Nesportovat!

Tabulka 6. Orientační doplnění sacharidů (S) při střední FA/60 min (upraveno dle Matoulek, 2010)

2.3.2. Redukce bolusové dávky

Nejdůležitější je znát glykémii před zahájením fyzické aktivity. Pro hůře spolupracující pacienty existuje doporučení snížit bolusovou dávku inzulínu před sportem aerobního charakteru o 25 – 75% empiricky s ověřením svého self-monitoringu. Dávka inzulínu se snižuje vzhledem k intenzitě a době trvání aerobní sportovní činnosti, což můžeme vidět v tabulce 7 (Rušavý, 2012).

	Snížení bolusové dávky I	Snížení bolusové dávky I
Intenzita FA (%) VO ₂ max	trvání 30 min	trvání 60 min
Nízká 25	25 %	50 %
Střední 50	50 %	75 %
Vysoká 75	75 %	-

Tabulka 7. Snížení bolusové dávky inzulínového analoga podle intenzity a doby trvání aerobní aktivity (Rušavý, 2012).

2.3.3. Redukce bazální dávky

Pokud je sport při léčbě inulinovou pumpou realizován za 3 a více hodin po jídle a inzulínovém bolusu nebo trvá dlouhou dobu, je vhodné využít možnost snížení bazální dávky nebo dočasné zastavení pumpy. Glykémie při fyzické aktivitě je poměrně stabilní a pacient nevyžaduje často žádný příjem sacharidů, které mohou být při intenzivní zátěži hůře tolerovány.

- Technicky méně zdatným sportovcům se doporučuje zpočátku nesnižovat bazál o více než 50%, protože hrozí riziko ketoacidózy z nedostatku inzulínu.
- Technicky zdatnější jedinci si vypočtou orientační dávku sacharidů, která je ukryta v 1 jednotce inzulínu (Rušavý, 2012).

Pokud se jedná o cvičení s nižší intenzitou zatížení, stačí snížit bazální dávku na tzv. dočasný bazál, a to na 50% z normální dávky. Někteří pacienti snižují bazální dávku již 15, 30 nebo 60 min před cvičením – důvodem je, že současné inzuliny s rychlým

působením dosahují vrcholu přibližně za 95 min po podání. Navíc, pokud je cvičení 1 – 2 hodiny po dávce inzulínu, tak snědením 15 – 30g sacharidů (např. svačina) před cvičením, může pomoci předejít hypoglykémii. Tento způsob si ale každý pacient či sportovec musí vyzkoušet individuálně sám, samozřejmě s kontrolou glykémie na glukometru (Maahs, 2010).

2.3.4. Obecná doporučení

Doporučení pro pohybovou aktivitu u diabetu 1. typu zní, že před každou fyzickou námahou by si měl sportovec v rámci kontinuální monitorace změřit glykémii a získat informaci o jejím poklesu či vzestupu. Hladinu krevního cukru se doporučuje měřit 1 hodinu před fyzickou aktivitou – těsně před zahájením – v průběhu – na konci a 24 – 48 hod po sportování, i když v praxi se většinou sleduje glykémie pouze před, po a 24 hod po zátěži (Rušavý, 2012).

Vzhledem k fyzické aktivitě je důležité mít na paměti následující pravidla:

- Před cvičením, v průběhu a po jeho skončení měřit hladinu glykémie.
- Jakkoli vede cvičení u dobře kompenzovaných nemocných I. typem diabetu ke snížení glykémie, u dekompenzovaných může naopak dojít k jejímu zvýšení.
- Cvičení vede ke zvýšení účinku inzulínu.
- Díky cvičení dochází ke zvýšenému prokrvení.
- Vždy mít připraveno několik kostek cukru (hroznového) či slazený nápoj.
- Po skončení cvičení se glykémie může snižovat i několik hodin (Anděl, 1996).

Matoulek (2012) uvádí tzv. desatero cvičení diabetiků léčených inzulínem:

1. Dodržujte pravidelnost pohybové aktivity a její intenzitu, kterou postupně zvyšujte.
2. Snižte dávku inzulínu dle intenzity a délky pohybové aktivity.
3. Nesportujte před spaním nebo pozdě večer = hrozí riziko noční hypoglykémie nebo případně snězte druhou večeři a v noci zkontrolujte glykémii.
4. Neaplikujte inzulín do namáhaného místa = hrozí rychlejší vstřebávání inzulínu.
5. Nesportujte v době maximálního účinku inzulínu = nejvhodnější je 1 hodinu po jídle.
6. Předcházejte opakovaným hypoglykemiím.
7. Využívejte pravidelný self-monitoring.
8. Při redukci hmotnosti snižte množství inzulínu, léků i sacharidů = důležitá konzultace s lékařem.
9. Pravidelně jezte = 5 – 6x denně s dostatkem vlákniny a rozloženými sacharidy do celého dne a zabráníte nečekaným výkyvům glykémie.
10. Dbejte na výběr správné obuvi.

Nynější postoj a informovanost mladé populace s diabetem 1. typu spojená s fyzickou aktivitou (FA):

Dle článku Ryninkse et al. (2015) se mladí lidé domnívají, že pravidelná fyzická aktivita jim napomáhá zvládat jejich diabetes, má prospěšné psychologické i fyzické účinky na jejich tělo. Článek ovšem také potvrzuje nedostatek znalostí a porozumění o diabetu během FA, např. mezi zaměstnanci, učiteli ve školách a ostatními lidmi. Z čehož vyplývá, že je nutná profesionální podpora či diskuse s lidmi, kteří poskytují strategie pro řízení diabetu 1. typu během sportu šité na míru. Týmy zdravotní péče by měly zajistit, aby byly splněny podpůrné a vzdělávací potřeby k tomu, aby se všichni (nejen mladí) diabetici mohli stát odpovědnými za jejich péči o diabetes spojeným s FA.

Na metabolismus člověka působí mnoho faktorů, např. pohlaví, věk, hormonální změny v různém věkovém období, tělesná hmotnost, fyzická vybavenost, poměr svalové a tukové hmoty, trénovanost, momentální zdravotní kondice, či hydratace. Z vnějších vlivů se zařazují počasí, vhodné oblečení, nadmořská výška, terén. Tyto faktory velmi ovlivňují energetický výdej a výkonnost, a tím i hladinu cukrů u diabetika. Proto není možné nastavit konstantní vzorec, který by se opakoval každý den u každého člověka stejně. Vždy dochází k odchylkám a výkyvům od normálu a je vyloučené brát si za příklad model jiného pacienta s DM. Každý diabetik si musí najít své konkrétní nastavení a naslouchat odezvám svého těla. Vnímát varovné signály a rozlišovat projevy normální a patologické. Patří sem i modelová měření v laboratorních podmínkách např. na cyklistickém ergometru pod lékařským dohledem, které přinese jiné výsledky, než měření o stejných parametrech v terénu ve volné přírodě (Čermák, 2016).

2.3.5. Vysokohorská turistika

Horská či vysokohorská turistika probíhá v horských až velehorských terénech – tedy ve středních až velkých nadmořských výškách. Jedná se většinou o jednodenní túry, na které je nutné počítat s dostatečnou výstrojí – teplé oblečení pro případ změny počasí a jiné pomůcky. Túry vedou i v poměrně velkých nadmořských výškách, ale nepřekračují hranici sněžné čáry (Brandos, 2010).

Bošτίková (2004) definuje vysokohorskou turistiku jako pohyb v horách, jakýkoliv pohyb, tedy také výstupy na horské vrcholy bez jistících a horolezeckých pomůcek. Nemá jen sportovní charakter, neklade důraz jen na sportovní výkon, nýbrž jedná se hlavně o stránku poznávací, zážitků z přírody, skupinový prožitek a poznávání sebe sama. Taktéž má vysokohorská turistika zdravotní přínos. Pohyb v horách, i když po vyznačených cestách, vyžaduje k postupu často použití rukou a od horolezectví se liší vysokohorská turistika tím, že maximální obtížnost výstupu končí u II. Stupně UIAA (tzn., že je k postupu třeba použití rukou). Jeden klasik kdysi řekl: „Horolezectví je pro turistiku její duší a turistika je pro horolezectví jeho tělem.“ Vysokohorská turistika je tedy tělem, které donese hlavu i duši ke krásným, neopakovatelným a silným zážitkům.

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.2. Cíle práce

Cílem práce bylo zjistit, zda je pro pacienty s diabetem mellitem 1. typu léčené inzulinovou pumpou vhodné podstupovat intenzivnější fyzickou aktivitu formou vysokohorské turistiky, dále jakým způsobem ovlivňuje intenzivnější fyzická aktivita hladinu glykémie a zda jsou pacienti schopni pracovat s pokročilými funkcemi inzulinové pumpy praxi.

3.3. Úkoly

K zvolené diplomové práci byly stanoveny následující úkoly:

- podat žádost k etické komisi UK FTVS;
- vytvořit informovaný souhlas pro probandy;
- naučit probandy pracovat s pokročilejšími funkcemi inzulinové pumpy;
- naučit probandy co nejlépe reagovat na hodnoty naměřené senzorem a následně správně upravit dávku inzulinu v závislosti na fyzické aktivitě (FA);
- stanovit normoglykémii pro vysokohorskou turistiku;
- zjistit, zda se během túry nebo po túře objeví rizikové stavy;
- zjistit, zda je vhodné podstupovat intenzivnější fyzickou aktivitu formou vysokohorské turistiky u pacientů s diabetem léčených na inzulinové pumpě a zjistit, jak tato FA reaguje na hodnoty glykémie;
- shromáždit, analyzovat a vyhodnotit data z výzkumu.

3.4. Vědecké otázky

Na základě rešerše odborné literatury a po konzultaci s diabetology byly stanoveny tyto vědecké otázky:

- 1. Lze usoudit, že většina pacientů konzultuje úpravy dávkování inzulínu s lékařem během výzkumu (realizovaném formou vysokohorské turistiky)?*
- 2. Měří všechny senzory během výzkumu dostatečně přesně (tj. s maximální odchylkou 1 – 2 mmol/l od hodnot z glukometrů)?*
- 3. Vyskytne se během vysokohorské túry rizikový stav hypoglykémie?*

3.5. Metoda

Diplomová práce byla koncipována jako observační studie – výzkum, na edukačním projektu firmy Medtronic, kde bylo využito neinvazivních metod. Celý edukační projekt trval čtyři dny v období koncem srpna, ovšem samotný výzkum vysokohorské turistiky byl jednodenní. Data byla získávána pomocí pozorování a neřízeného rozhovoru. Edukace pacientů s lékaři či jinými odborníky probíhala skupinově nebo individuálně dle potřeby pacienta. Konzultace o úpravě léčby, dávkách inzulínu či sacharidů řešili pacienti s lékařem a technické věci ohledně inzulínových pump, senzorů či glukometrů s odborníky z firmy. Doplnující informace o jídle (dietě) poskytovaly zdravotní edukační sestry, informace ohledně výstupu na Rysy horští vůdci a nechyběli ani animátoři, kteří informovali o celodenním programu během edukačního pobytu. Řešitelka kladla otázky pro doplnění informací, byla pouze pozorovatelkou a následně vyhodnotila data pro výzkum. K vyhodnocení dat z inzulínových pump, glukometrů a senzorů byl využit PC program CareLink Pro, díky kterému bylo možné určit přínos a negativní či pozitivní vlivy intenzivnější fyzické aktivity formou vysokohorské turistiky pro diabetiky léčených na inzulínové pumpě.

Ačkoliv se výzkumu účastnili nezletilí spolu s dospělými, bylo nutné tyto dvě věkové skupiny rozlišit vzhledem k limitům (rozmezím) glykémie, podle kterých byly následně vyhodnoceny výsledky. Nejtěžším úkolem bylo určit toto rozmezí, k čemuž byly využity expertní názory lékařů z IKEMu (Institutu klinické a experimentální medicíny), z Fakultní nemocnice v Motole – oddělení dospělých a stejně tak z dětského oddělení.

Komunikace proběhla jak s využitím elektronické pošty, tak osobně návštěvou na odděleních. Během schůzek s expertními lékaři bylo komunikováno rozmezí glykémie a další potřebné informace k vyhodnocení dat.

Na základě této komunikace byly stanoveny hodnoty normoglykémie pro výzkum formou vysokohorské turistiky následovně:

- u dětí rozmezí glykémie 4,0 – 13,3 mmol/l;
- u dospělých rozmezí glykémie 3,8 – 14,0 mmol/l.

3.5.1. Výzkumný soubor

Výzkumu se účastnilo 40 probandů. Zvolená cílová skupina byla ve věku 15 – 25 let s onemocněním diabetes mellitus 1. typu. Všichni probandi jsou léčeni na inzulinové pumpě MiniMed 640G, kterou běžně používají a znají (v minimálním období aspoň 1 rok). Během výzkumu všichni probandi využívali kontinuální měření glykémie pomocí senzoru ENLiTE (CGM). Nejednalo se o výkonnostní sportovce, ale o nenáhodný výběr pacientů z České republiky (ČR), Slovenské republiky (SK), Republiky Slovinsko (SLO), Maďarska (H) a Rumunska (RO), kteří se projektu účastnili na doporučení lékaře a dobrovolně. Původně se měli účastnit probandi pouze ze čtyř zemí, ovšem ze zdravotních důvodů se 4 účastnit nemohli, proto byli osloveni pacienti z Rumunska, kteří pozvání přijali. Nakonec se tedy výzkumu zúčastnilo: 11 pacientů z ČR, 7 ze SK, 11 ze SLO, 7 z H a 4 z RO. Projekt diplomové práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS (viz příloha 1) a všichni probandi (popř. jejich zákonní zástupci) podepsali informovaný souhlas (viz příloha 2).

3.5.2. Metodický postup

Výzkum byl zaměřen na zdolání vrcholu Rysy, který je situován ve Vysokých Tatrách na slovensko – polské hranici. Nadmořská výška hory je 2 200 m. n. m. a je přístupná od Popradského plesa, přes Mengusovskou dolinu kolem ples a Chaty pod Rysy. Celková délka trasy byla v EK i IS zmíněna vzdušnou čarou, ale celková trasa výstupu a sestupu byla cca 30 km (překonaná v 1 dni) cca za 12 hodin. Účastnilo se celkem 61 jedinců, z toho 40 probandů a 21 odborníků. Před samotným konáním výzkumu byli

informování všichni účastníci o tom, co pro ně výzkum obnáší. Informace o možných rizicích vysokohorské turistiky souvisejících s diabetem byly poskytnuty lékařem a v případě jakýchkoliv doplňujících informací se pacienti mohli obrátit na edukační sestry, odborníky firmy Medtronic, horské vůdce i na animátory. Fotografie z výzkumu viz příloha 10.

3.5.3. Před zahájením výzkumu (túry)

Den před zdoláním vrcholu Rysy se ve večerních hodinách kolem 19:00 hod. konala schůzka, při které všichni účastníci byli seznámeni s programem, jak by měl probíhat kompletní jednodenní výzkum (dále túra). Tyto informace byly podány jedním z animátorů v anglickém jazyce. Plánovaný odchod byl nejpozději v 6:00 hod. ráno a sraz naplánován na 5:30 hod. před hotelem. Snídaně byla přístupna od 5:10 hod., poněvadž diabetikům není doporučováno začít vykonávat jakoukoliv fyzickou aktivitu nalačno, a to především ze zdravotního hlediska. Všichni účastníci si také vyzvedli svačinu v podobě balíčku na cestu. Dále byli ujištěni, že výstup i sestup se neobejde bez více zastávek, nejen v rámci bezpečnosti, ale i pro možný odpočinek, aby túru všichni bezpečně zvládli. V 13:00 hod. v Chatě pod Rysy byl plánován nejdelší odpočinek, spolu s přichystaným obědem. Další informace o túře poskytli horští vůdci v českém jazyce, ty byly překládány jedním z animátorů do anglického jazyka ostatním probandům či účastníkům z cizích zemí. Horští vůdci zdůrazňovali především bezpečnost a opatrnost, poněvadž většina terénu či cest byla situována po kamenné stezce. Byli upozorněni na vhodnou obuv s pevným kotníkem i na náhradní oblečení, hlavně kvůli rychle se měnícímu počasí v horách. Důležitou informací bylo, aby každý měl svého „partáka“, kterého by si měl hlídat po celou dobu výstupu i sestupu, poněvadž i když byla snaha o zachování celé skupiny, je mnohdy těžké takto velkou skupinu udržet zcela pohromadě.

Po těchto informacích se celá skupina rozdělila do 5 menších skupinek se svým lékařem, kde každý proband zkontroloval úpravu dávky inzulínu na následující den. Od odborníků firmy Medtronic byla nakonec poskytnuta informace, aby každý diabetik měl plně nabitou inzulínovou pumpu (tzn. nejlépe novou klasickou tužkovou baterii), dostatečné množství inzulínu v zásobníku, náhradní infuzní set, glukometr s ostatním

příslušenstvím, zavedený senzor a dostatečný zdroj rychlých sacharidů (např. hroznové cukry), které pracovníci firmy Medtronic darovali každému probandovi při příjezdu.

Byli také ujištěni, že další náhradní infuzní sety, senzory, glukometry a rychlé sacharidy budou mít u sebe i lékaři a pracovníci firmy Medtronic, kdyby z nějakého důvodu někdo neměl či zapomněl. Plánovaný návrat zpět do Štrbského plesa byl stanoven na přibližně 18:00 hod.

3.5.4. Výstup

Na stanovený sraz v 5:30 hod. ráno se všichni dostavili včas. Následně se každý účastník nahlásil jednomu z animátorů, že je přítomen pro informaci, aby nikdo nechyběl. Všichni probandi byli povinni ukázat po snídani aktuální hladinu glykémie svému lékaři a znovu jim bylo doporučeno, o kolik procent si mají snížit dávku inzulínu – tzv. dočasný bazál. Finální rozhodnutí bylo ale na každém individuální. Zavedený senzor byl také probandům zkontrolován, aby si mohli po celou dobu výzkumu sledovat a především neustále kontrolovat vlastní hladinu glykémie.

Výstup na Rysy zahájila skupina 61 lidí. Výpravu vedli horští vůdci – první, který se pohyboval na začátku skupiny, druhý přibližně v půlce a třetí horský vůdce úplně na konci. Pro lepší kontrolu a vyšší bezpečnost byli horští vůdci spolu s jedním pracovníkem firmy Medtronic spojeni vysílačkami, díky kterým si podávali průběžné informace, jak o průběhu výzkumu, tak o skupině, zda se drží či nedrží pohromadě. Již na prvních kilometrech se účastníci rozdělili do menších skupinek, ve kterých poté společnými silami zdolávali cestu. Zastávky během výstupu byly přibližně po 90 – 120 minutách. Na těchto zastávkách měli probandi čas na vlastní kontrolu – přeměření glykémie glukometrem, a následně změřenou hodnotu z glukometru porovnat s hodnotou ze senzoru. Tyto dvě hodnoty by se měly shodovat s maximální odchylkou 1 – 2 mmol/l. Byl také prostor na svačinu, doplnění tekutin, na což byli všichni (nejen probandi) upozorňováni během výzkumu po celou dobu a většinou na každé přestávce. K Chatě pod Rysy všichni v pořádku dorazili mezi 11:00 – 11:30 hod. Na vrchol Rysy dorazila celá skupina kolem 12:00 hod. Zde proběhlo individuální i hromadné fotografování a vrchol Rysy na slovensko-polské hranici byl všemi účastníky úspěšně a bez úrazu zdolán! Po zvládnuté cestě byl ve 12:30 hod. připraven oběd v Chatě pod Rysy a také zde byl prostor na delší odpočinek.

3.5.5. Sestup

Přibližně v 13:30 hod. byl zahájen sestup a cesta zpět do Štrbského plesa. Sestup byl situován stejnou cestou jako výstup, ovšem s rozdílem, že sestup byl časově rychlejší než výstup na Rysy. Asi ve tři čtvrtě cesty jedna probandka ze Slovinska bohužel musela ukončit sestup, protože bojovala s labilním diabetem. Spolu s ní skončila i jedna z edukačních sester, aby byla probandce nápomocna. Až na tento problém celá skupina sestup zvládla a do Štrbského plesa dorazili první účastníci kolem 17:30 hod., zbytek přibližně do 18:00 hod.

3.5.6. Ukončení výzkumu (túry)

Oficiální ukončení túry proběhlo po večeři na hromadné schůzce ve 20:00 hod. Do té doby na všechny probandy byla kladena prosba, aby si vyfotografovali vlastní obrazovku inzulinové pumpy s křivkou ze senzoru a fotografii následně zaslali do společné skupiny na sociální síti. Na společné schůzce byli probandi dotazováni, jak se jim túra líbila – nelíbila, byla náročná – nenáročná, přínosná – nepřínosná. Každý proband i účastník dostal časový prostor k vyjádření. Formou hromadné diskuze proběhlo hodnocení křivek ze senzoru na jednotlivých fotografiích probandů a poté i individuálně s lékaři. Tato diskuze sloužila hlavně pro celkové shrnutí, informovanost a možnost podání probandům zpětnou vazbu.

3.5.7. Sběr dat a jejich analýza

Sběr potřebných informací začal již před samotným výzkumem. Odborníci firmy Medtronic byl rozeslán všem účastníkům e-mail s potřebnými informacemi, probandům navíc s informovaným souhlasem, který pro účast na výzkumu bylo nutné podepsat a zaslat buď elektronickou poštou zpět, nebo odevzdat v den příjezdu. Po ukončení edukačního projektu se všichni probandi dostavili na stažení dat z inzulinové pumpy k jedné z odbornic firmy Medtronic. Ta jim bezdrátově pomocí USB stáhla veškerá data do PC programu CareLink Pro. Tyto data obsahovaly hodnoty o inzulinu, senzoru i glukometru. Poté sběr těchto dat byl vyhodnocen pro výzkum k diplomové práci.

3.6. Výsledky

Všechna data z výzkumu – formou pozorování, neřízeného rozhovoru a záznamů z CareLink Pro byla vyhodnocena a porovnána pomocí grafů či tabulky, aby byly přehledně uvedeny a rozlišeny. Výsledky byly rozděleny na část posuzující efektivitu edukace, část hodnotící přesnost použitých senzorů a na část, která se zabývá výskytem rizikových hodnot glykémie.

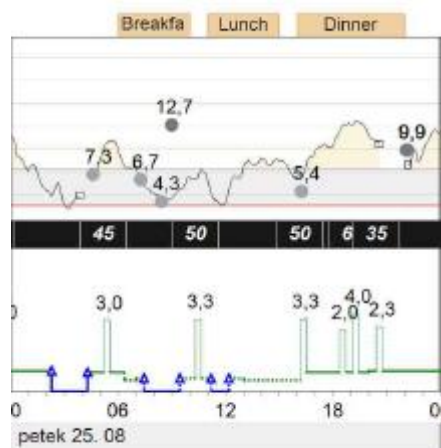
3.6.1. Edukace

Edukace probíhala již před zahájením výzkumu, během i po skončení výzkumu. Její efektivitu lze usoudit podle výskytu rizikových stavů hypoglykémie a hyperglykémie a také podle toho, kolik probandů se vešlo do stanovené normoglykémie pro výzkum.

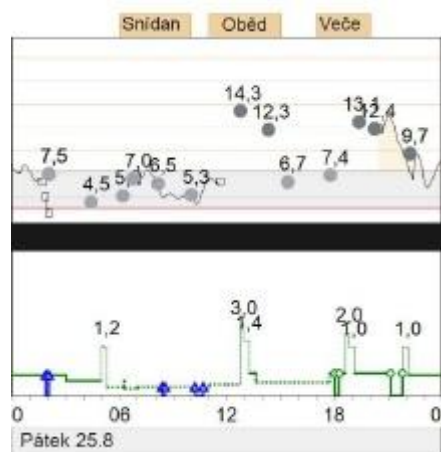
Z výsledných křivek CGM zaznamenaných v CareLink Pro, tedy podle počtu se vyskytujících rizikových stavů a podle splnění normoglykémie lze usoudit, že edukace byla efektivně využita. Zhruba 74% probandů využilo edukaci, proto si uměli upravit správně dávku inzulínu a doplnit sacharidy.

3.6.2. Přesnost měření CGM

Pacienti byli měřeni pomocí kontinuální monitorace – senzoru ENLiTE. Z celkového počtu 40 senzorů během výzkumu všechny neměřily přesně. Vyhodnocení proběhlo opět pomocí systému CareLink Pro, který zobrazuje křivky glykémie (ze senzoru) a hodnoty naměřené glukometrem. Pokud se tyto dvě hodnoty shledávají na stejném místě = senzor měří přesně. Pokud se hodnoty rozcházejí, v tu chvíli senzor měří nepřesně. Během výzkumu neměřily přesně 2 senzory – první nepřesně (viz obr. 4) a druhý vynechávaně (viz obr. 5). Třetí senzor byl během výzkumu odpocen a čtvrtý po skončení sestupu odlepen v rámci večerní relaxace. Celkem selhaly 4 senzory, které byly ihned nahrazeny jiným novým zavedeným senzorem, tudíž nebyl důvod k přerušení výzkumu a nehrozilo žádné další riziko či nebezpečí. Zbytek senzorů (36 ks) měřil přesně, a to s maximální odchylkou 1 – 2 mmol/l od hodnot z glukometrů, proto prokazatelně lze říci, že většina senzorů měřila přesně.



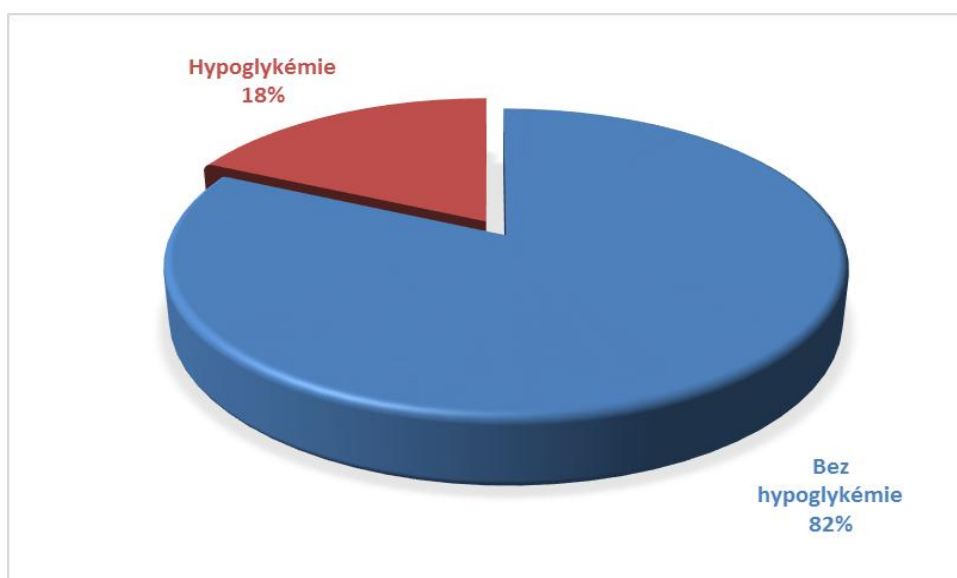
Obr. 4. Křivka nepřesného měření senzoru od hodnot z glukometru – hodnota 12,7 mmol/l (autorka)



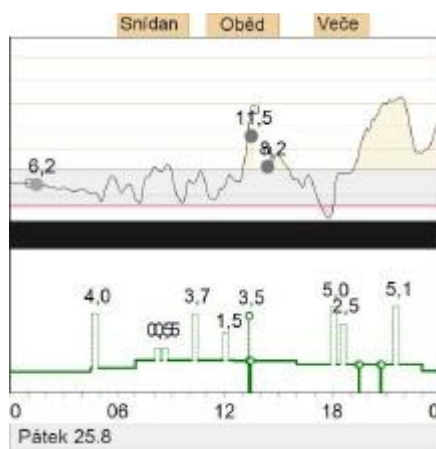
Obr. 5. Křivka vynechávaného měření senzoru – mezery mezi hodnotami (autorka)

3.6.3. Výskyt hypoglykémie během výzkumu

Z celkového počtu 11 dětí se hypoglykémie objevila u dvou probandů (vždy max. 1x), což je zobrazeno v grafu 1 a vyjádřené procentuálně. U zbytku 9 dětí se hypoglykémie neobjevila. Příklad křivky s hypoglykemií je zobrazen na obr. 6 (červená čára značí hranici hypoglykémie).

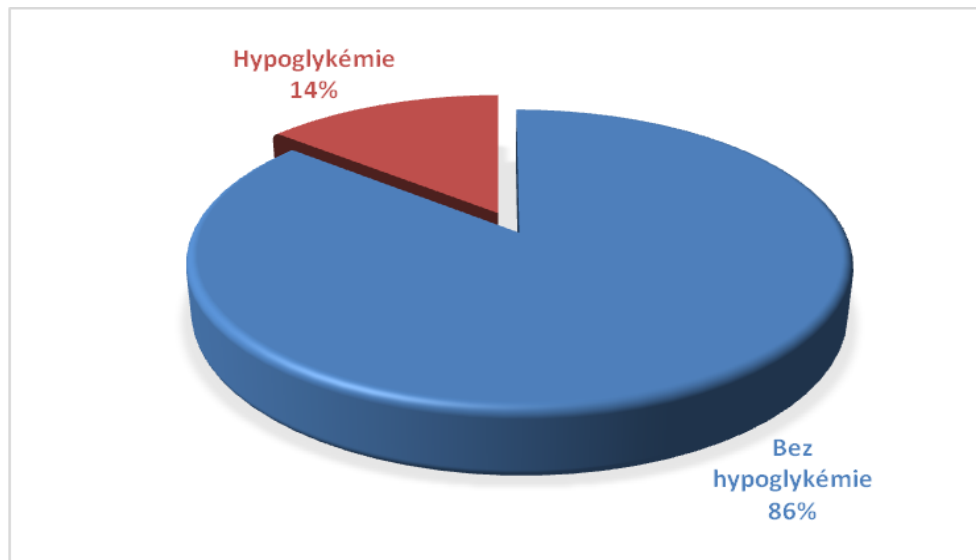


Graf 1. Hypoglykémie během výzkumu u dětí (autorka)

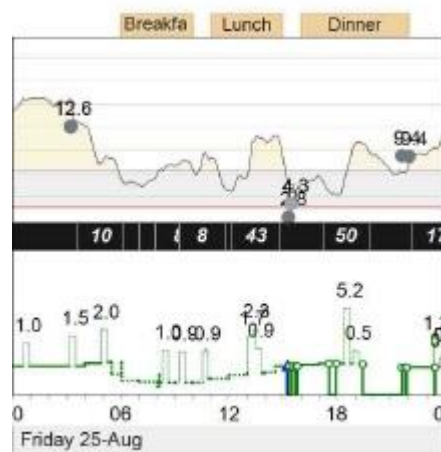


Obr. 6. Křivka hypoglykémie u dětí (autorka)

U dospělých se z celkového počtu 29 objevila hypoglykémie u 4 probandů (vždy max. 1x), tedy u 25 probandů nikoliv (viz graf 2, příklad křivky viz obr. 7 – červená čára značí hranici hypoglykémie).



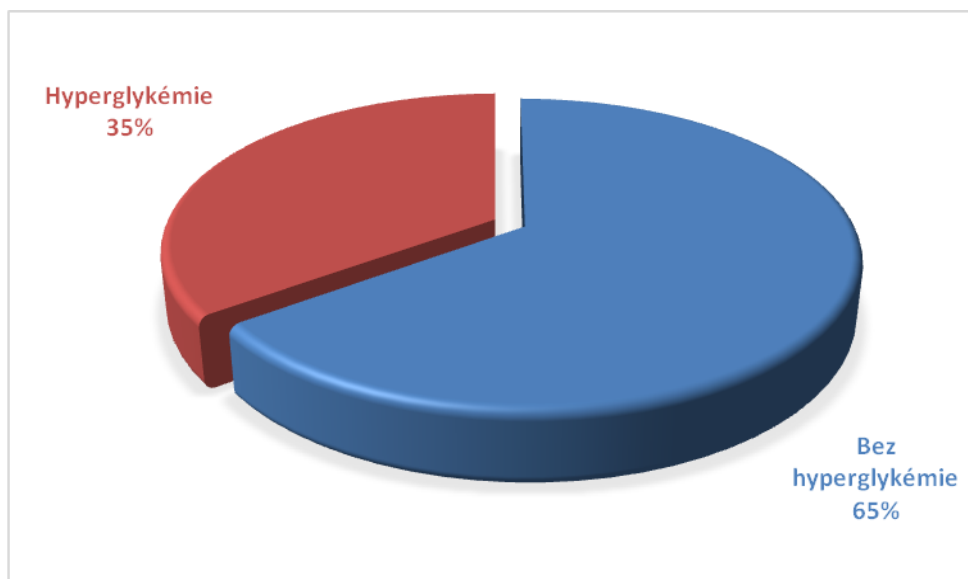
Graf 2. Hypoglykémie během výzkumu u dospělých (autorka)



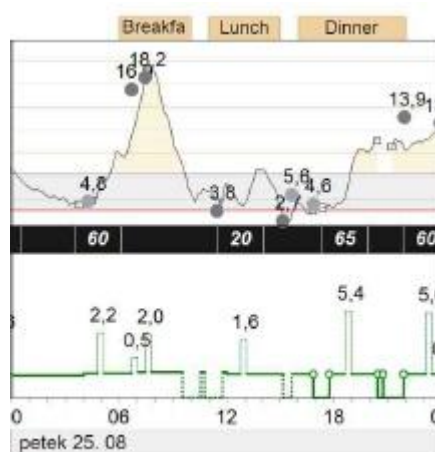
Obr. 7. Křivka hypoglykémie u dospělých (autorka)

3.6.4. Výskyt hyperglykémie během výzkumu

U dětí byla hyperglykémie naměřena u 4 probandů (vždy max. 1x), u 7 dětí nebyla zaznamenána (viz graf 3, příklad obr. 8, kde je vidět ztelný výkyv glykémie nad 13,3 mmol/l).

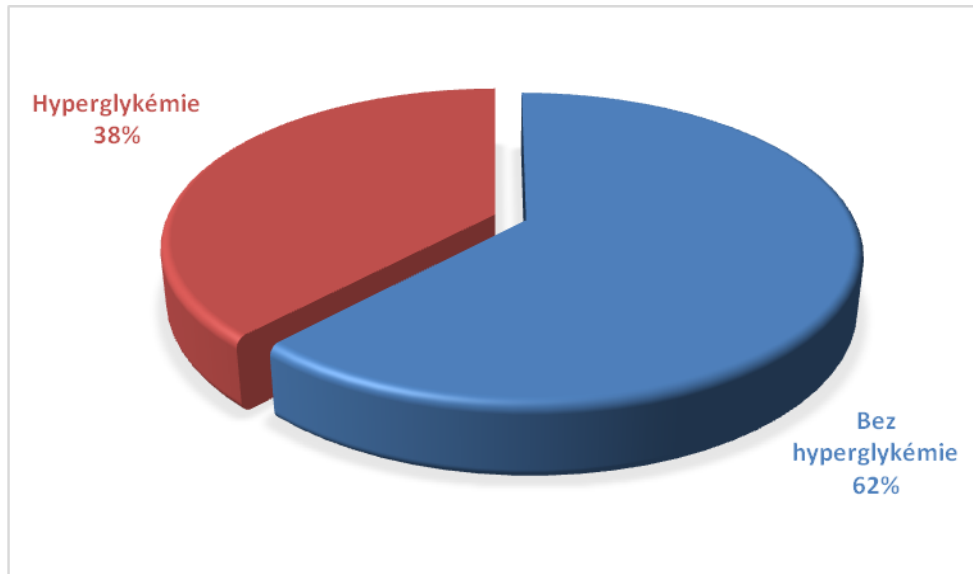


Graf 3. Hyperglykémie během výzkumu u dětí (autorka)

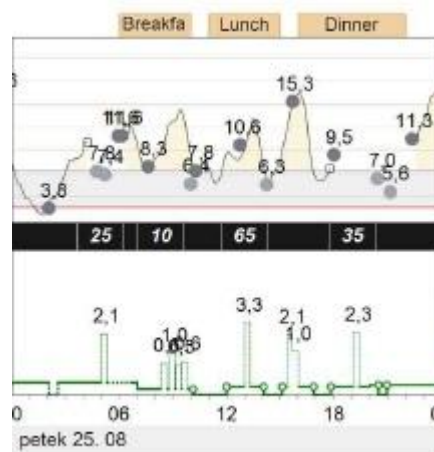


Obr. 8. Křivka hyperglykémie u dětí – hodnota 18,2 mmol/l (autorka)

Hyperglykémie u dospělých se objevila v 11 případech (vždy max. 1x) z 29 probandů, (viz graf 4, příklad obr. 9, kde je vidět ztelný výkyv glykémie nad 14 mmol/l).



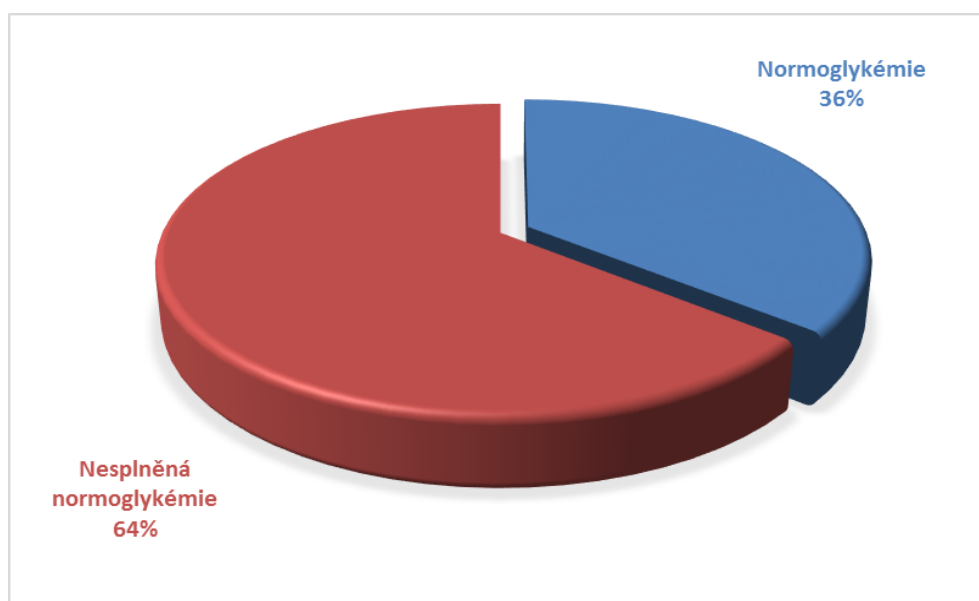
Graf 4. Hyperglykémie během výzkumu u dospělých (autorka)



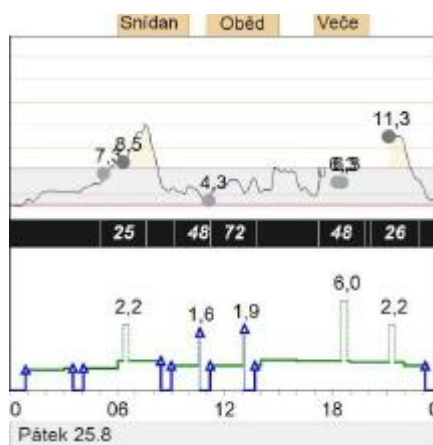
Obr. 9. Křivka hyperglykémie u dospělých – hodnota 15,3 mmol/l (autorka)

3.6.5. Normoglykémie

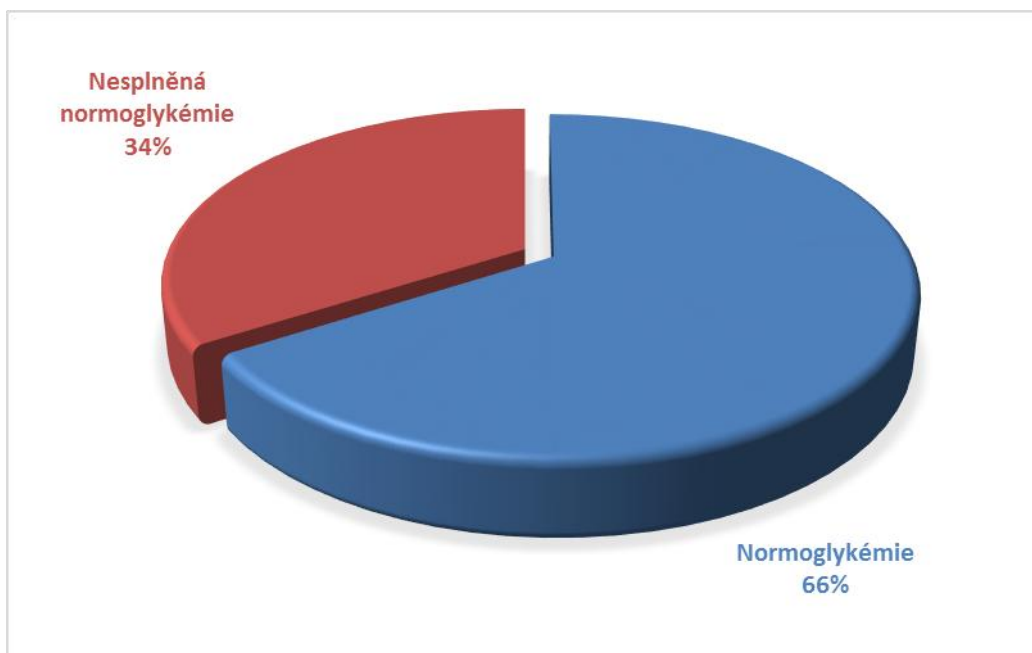
Normoglykémie pro výzkum byly stanoveny zvlášť pro děti a dospělé probandy. Z celkového počtu 11 dětí splnili požadované rozmezí 4 probandi – tzn., že ani jeden z nich neprodělal stav hypoglykémie či hyperglykémie během výzkumu (viz graf 5). Z 29 dospělých se do rozmezí normoglykémie vešlo 19 probandů (viz graf 6). Zobrazení křivek normoglykémie lze vidět na obr. 10 a 11.



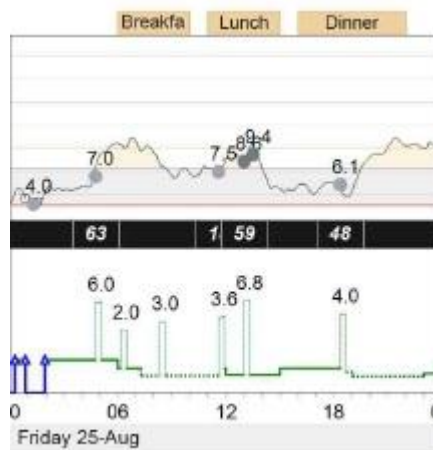
Graf 5. Normoglykémie u dětí během výzkumu (autorka)



Obr. 10. Křivka normoglykémie u dětí (autorka)



Graf 6. Normoglykémie u dospělých během výzkumu (autorka)



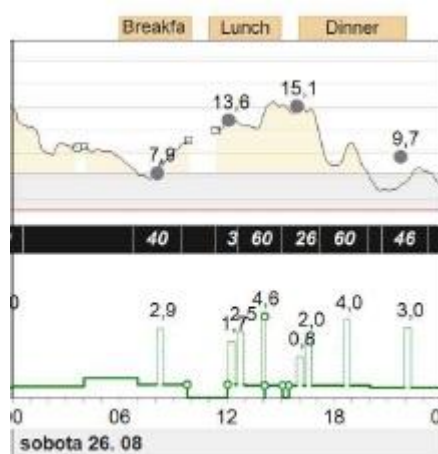
Obr. 11. Křivka normoglykémie u dospělých (autorka)

3.6.6. Výskyt hypoglykémie a hyperglykémie 24 hodin po výzkumu

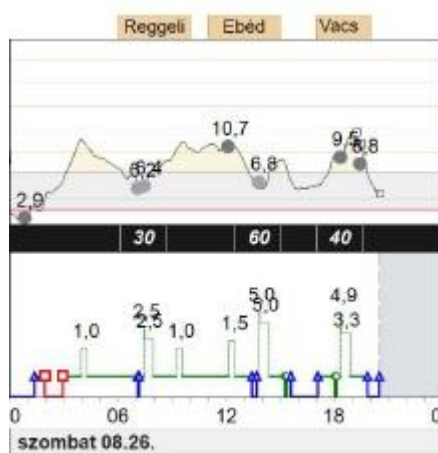
Hodnoty glykémie byly sledovány i 24 hod. po výzkumu, jehož výsledkem je tabulka 8, která zobrazuje počet hypoglykémii a hyperglykémii u dětí a dospělých 24 hodin po sestupu. Příklady zobrazení křivek z CGM jsou na obr. 12 a 13.

24 hod po sestupu	Hypoglykémie	Hyperglykémie
Děti	1	3
Dospělí	4	10

Tabulka 8. Výskyt hypoglykémii a hyperglykémii u dětí a dospělých (autorka)



Obr. 12. Křivka hyperglykémie 24 hod po túře – hodnota 15,1 mmol/l (autorka)



Obr. 13. Křivka hypoglykémie 24 hod po túře – hodnota 2,9 mmol/l (autorka)

3.7. Diskuze

Diabetes mellitus (DM) je metabolické onemocnění pankreatu, při němž organismus sám není schopen regulace glykémie ve fyziologickém rozmezí. Je nezbytné glykémii pravidelně sledovat a podle potřeby upravovat. Obecně lze říci (Daďová, 2014), že aby diabetik neměl hyperglykémii, aplikuje si inzulín, který glykémii snižuje. Má-li pacient hypoglykémii, podá si jiný zdroj energie.

Diabetes zásadním způsobem ovlivňuje život dítěte a klade nároky na jeho životosprávu. Bylo by však chybou dítě jakkoli vyčleňovat z kolektivu a zejména z tělesné výchovy (TV). Nejen, že je fyzická aktivita (FA) u pacientů s diabetem možná, naopak je vhodná a velice důležitá. Je nutné si však uvědomit určitá omezení a rizika. Větší námaha, sport či dětské hry venku ovlivňují hladinu krevního cukru. Při FA pracující svaly odebírají glukózu přímo z krve a tím dochází k tzv. „insulin like“ efektu. Proto je třeba edukovat pacienty, rodiče dětí s diabetem, dále monitorovat glykémii při fyzické aktivitě a upravovat dávkování inzulínu (snížit dávku) nebo stravy (zvýšit přísun energie), (Daďová, 2014). Jedna z příležitostí naučit se a upravovat si tyto dávky, byl výzkum formou vysokohorské turistiky na Rysy, společně s efektivně a odborně vedenou edukací.

Většina pacientů se s vysokohorskou turistikou setkala poprvé, proto své úpravy dávky inzulínu a sacharidů pravděpodobně více konzultovali s lékařem. Někteří si nechali poradit, protože neměli dosud vlastní zkušenosti s úpravami dávek při fyzické aktivitě, jiní, ovšem v menším procentu pomoc nepotřebovali, protože se věnují sportu a jsou již naučeni si přizpůsobit dávku inzulínu podle sebe. Jednalo se sice o nenáhodný výběr, ale také o jedince trénované i netrénované. Odpověď na vědeckou otázku č. 1 tedy zní, že tři čtvrtiny pacientů s DM1 efektivně využilo edukace, během i po ukončení výzkumu. Musím říci, že nejvíce využila edukace skupina Čechů, přičemž právě proto měli pacienti z ČR jedny z nejlepších výsledků, na rozdíl od Slováků, Slovinců, Maďarů a Rumunů.

Prázný (2017) ale tvrdí, že v České republice není ideální pokrytí plně funkčními diabetologickými centry, která se dokáží o pacienta postarat a edukovat v celé šíři. Například Všeobecná fakultní nemocnice (VFN) takovým centrem je, ovšem potřebovali bychom jich víc. U pacientů s DM1 je potřeba, aby se v diabetologických centrech více koncentrovali. Podle webových stránek České diabetologické společnosti

přítom dnes funguje 24 diabetologických center (z toho 5 dětských). Problémem je také nedostatek personálu a finančních prostředků. „*Pokud by páteřní síť fungovala dostatečně, bylo by to skvělé, jenže z velké části všechny potřeby pacientů nepokrývá,*“ doplňuje Prázný.

Dále konstatuje, že ještě větší rezervy jsou v souvislosti s edukačními centry v terénu. Existuje totiž možnost, aby probíhala edukace pacientů v terénu, tedy bez nutnosti využití velkých center, což se zatím bohužel nedaří. Výsledkem poté je, že diabetici nevědí, co je pro ně důležité, poněvadž s účinnou edukací, která skutečně má dopad na zdravotní péči, se bohužel ještě potýkáme (Prázný, 2017).

Matoulek (2017) z Obezitologického centra III. Kliniky VFN, 1. LF a VŠTJ Medicína Praha dodává, že svou roli o péči o diabetiky mají navíc nutriční terapeuti, fyzioterapeuti a další nelékaři. Proto by bylo vhodné, aby zejména pojišťovny akceptovaly roli nelékařů v edukačním procesu, poněvadž je patrné, že nedostatek lékařů se bude prohlubovat, takže sami lékaři tuto péči nezvládnou. K lepší kompenzaci by ale pacientům mohla pomoci kontinuální monitorace glukózy (CGM).

Proto pro zvolený výzkum byla stanovena vědecká otázka č. 2, a to zda všechny senzory během výzkumu měří přesně (s maximální odchylkou 1 – 2 mmol/l). Po vyhodnocení totiž lze usoudit, zda senzory mohou být nápomocny v rámci zlepšení kompenzace pacienta, navíc ve spojení s fyzickou aktivitou. Během i 24 hodin po túře všichni pacienti využili kontinuální monitoraci glukózy. Ze 40 senzorů celkem 4 selhaly – 1. měřil nepřesně, 2. vynechávaně, 3. byl odpocen a 4. odlepen. Proč? Nepřesné hodnoty prvního senzoru se neshodovaly s hodnotami z glukometru. Druhý senzor, který měřil vynechávaně, byl pravděpodobně vadný (chyba výrobce). Třetí senzor se během výzkumu probandce odpotil od těla, a to i přes dobré zafixování senzoru na těle, což se bohužel občas stává (dle vlastní praxe), i když v minimálním počtu. Také někdy záleží, na jakém místě v těle je zaveden senzor. Setkala jsem se s pacienty, kterým např. na břicho senzor drží přilepený bez problému, nikdy se jim neodlepil, ovšem odlepil se např. na horní části paži – u jiných pacientů přesně naopak. Posledním důvodem proč se čtvrtý senzor odlepil od těla, bylo večerní saunování ve Wellness, již tedy po ukončení výzkumu (ale hodnoty glykémie byly sledovány i 24 hodin po výzkumu, proto i v tomto případě byl senzor nahrazen novým zavedeným senzorem). Tento senzor nebyl odpocen, nýbrž probandkou špatně zafixován. V IKEMu dle své dosavadní praxe

doporučuji přelepit senzor ještě jednou náplastí nebo dvěma náplastmi do kříže, osvědčeným sportovním kineziotapem, a to např. při již zmiňovaném sanování, plavání, ale i při intenzivnějším tréninku, kdy se pacienti hodně potí. Také je vhodné vyzkoušet si místa aplikace senzoru, poté by si měl každý pacient vybrat pro něj to nejvhodnější místo, kam se senzor bude zavádět. Ostatní senzory měřily přesně (s maximální odchylkou 1 – 2 mmol/l od hodnot z glukometrů), a to je přijatelné, vzhledem k tomu, že senzor měří z podkoží z mezibuněčné tekutiny a glukometr z krve – tedy určité zpoždění hodnot se někdy vyskytuje.

Měření je dnes velmi přesné (Pelák, 2015), stejně jako přínos CGM, zejména směrem k vyvinutí umělé slinivky – systému, který by pacienta oprostil od povinností spojených s diabetem. Problémem je, že CGM není životně důležitou součástí léčby (ač kvalitu života zlepšuje velmi výrazně), na rozdíl od diagnostických proužků do glukometru. Znamená to, že systém monitorace glukózy je oproti proužkům o poznání hůř financovaný zdravotními pojišťovnami.

S měřením CGM souvisí i následující (již před výzkumem) stanovená normoglykémie, kterou se snažili všichni probandni splnit. Do tohoto rozmezí (děti 4,0 – 13,3 mmol/l, dospělí 3,8 – 14,0 mmol/l) se vešlo 23 probandů. Pojmem normoglykémie doporučené v literatuře není myšleno cílové rozmezí glykémie pro DM1, např. od Rušavý (2012) – viz tabulka 9 a 10. Rozmezí normoglykémie pro výzkum formou vysokohorské turistiky je odlišné vzhledem k cílovým rozmezím v tabulkách a hlavně rozdílné kvůli náročnější fyzické aktivitě. Proto by se někomu mohla zdát stanovená normoglykémie pro výzkum přehnaná, ale důležité je říci, že byla komunikována s diabetology a po jejich expertních názorech byla stanovena normoglykémie pro výzkum.

Děti	Glykémie
Nalačno	4 – 8 mmol/l
2 hodiny po jídle	4 – 10 mmol/l
Před spaním	6,7 – 10 mmol/l
V noci	4,5 – 9 mmol/l

Tabulka 9. Cílová glykémie pro děti s DM1 (autorka)

Dospělí	Glykémie
Na lačno	4 – 6 mmol/l
2 hod po jídle	5 – 7,5 mmol/l

Tabulka 10. Cílová glykémie pro dospělé s DM1 (autorka)

A jaký byl důvod, že se během výzkumu vyskytlo více hyperglykemií než hypoglykemií? Před začátkem výzkumu byla položena vědecká otázka č. 3. Domnívala jsem se totiž, že při výzkumu dojde pravděpodobně k většímu výskytu hypoglykemií, poněvadž i literatura o tomto faktu hovoří stejně.

Jak uvádí Rušavý (2012), hypoglykémie je nejčastější komplikací při sportu u osob s DM1. Obava z hypoglykémie vede řadu diabetiků k nadměrnému příjmu sacharidů před, v průběhu a po sportu, nebo k zbytečně velkému snížení dávky inzulínu. Tato opatření vedou k hyperglykémii, navíc s rizikem vzniku ketoacidózy při nadměrném snížení inzulínu. Každá předcházející hypoglykémie zvyšuje riziko další hypoglykémie, poněvadž vede ke snížené odpovědi kontraregulačních hormonů, tedy sníženému vnímání hypoglykémie. Jedná se o velmi rizikový stav zejména u mladých pacientů, který může vyústit až k nerozpoznání hypoglykémie. Rozpoznání hypoglykémie při fyzické aktivitě je někdy problematické, protože příznaky jsou podobné jako některé běžně se vyskytující pocity při sportu (slabost, únavnost, pocení, pocit chladu). Sportovec má natolik stimulovaný sympatikus, že varovné signály nevnímá.

U probandů během výzkumu došlo ke stavům hypoglykémie, ovšem i tak tento počet nebyl vyšší než výskyt hyperglykemií. Z celkového počtu 11 dětí došlo ke stavům hypoglykémie u 2 probandů. V obou případech byl důvod stejný, a to malé množství poslaného bolusu inzulínu k jídlu, tudíž hladina glykémie neustále stoupala, proto si dítě poslalo další bolus, což už bylo nadměrným množstvím, a proto hladina glykémie klesla až na hranici hypoglykémie. Tento stav ovšem u nikoho netrval dlouho, i díky senzoru se stav pacienta vrátil do normálu během asi 20 – 25 minut. Někdy se bohužel, navíc ve spojení s fyzickou aktivitou, odhaduje množství podaného inzulínu těžce. Co se týče dospělých, tak z celkového počtu 29 probandů došlo ke stavům hypoglykémie u 4 diabetiků. Zde nebylo důvodem špatné odhadnutí dávky inzulínu k jídlu, ale pokles glykémie (dle výsledků křivek z CareLink Pro) souvisel především s fyzickou aktivitou, která hladinu glykémie snižuje rychleji. I přes použití kontinuální monitorace se u

dospělých nedalo zabránit poklesu pod 3,8 mmol/l. Tento stav ale stejně jako u dětí netrval dlouho a vrátil se zpět do normoglykémie pro výzkum, proto nebyl důvod k jeho přerušení. Odpovědí na otázku č. 3 tedy je, že během výzkumu se vyskytly rizikové stavy hypoglykémie, ale v menším počtu než hyperglykémie.

Již bylo zmíněno, že během výzkumu probandi prodělali i stav hyperglykémie. A to v počtech: 4 děti z 11 a 11 dospělých z 29. Zbytek, celkem 25 probandů neprodělali stav hyperglykémie, ovšem přicházíme zde na číslo, které je vyšší než u počtu prodělaných hypoglykémii. Hyperglykémii prodělalo celkem 15 probandů, na rozdíl od hypoglykémie, kterou prodělalo 6 probandů.

Větší výskyt hyperglykemií lze odůvodnit tím, že probandům během výzkumu bylo doporučeno od lékaře držet se spíše ve vyšších hodnotách glykémie, okolo 9 – 10 mmol/l. Důvodem, proč si probandi měli držet hladinu glykémie ve vyšších hodnotách je, že při intenzivnější fyzické aktivitě glykémie klesá rychleji než při jiných běžných činnostech, lze tedy snadněji spadnout do stavu hypoglykémie, čemuž se všichni probandi snažili vyvarovat.

Na webové stránce Sport při diabetu (2012) píše autoři z FNKV, že výjimkou je situace, kdy není v těle dostatek inzulínu a glykémie je vysoká, obvykle přes 17 mmol/l. V tomto případě tělo neumí spalování glukózy zvýšit a vinou poplašných reakcí se vlivem pohybu do krve uvolní glukóza z jater, tudíž dojde ke zvýšení glykémie a mohou se objevit ketolátky. Při vysoké glykémii tedy není vhodné se sportem začínat a počkat, než glykémie klesne.

Jiní autoři, např. Venháčová (2010) doporučuje necvičit, pokud je glykémie > 15 mmol/l, což může být důsledek nedostatku inzulínu s hrozcí ketoacidózou.

Matoulek (2010) říká, že při naměřené glykémii před fyzickou aktivitou nad 17 mmol/l **NESPORTOVAT!** Nejprve je důležité zlepšit kompenzaci diabetu a poté začít sportovat.

Studie Diabetes Research in Children Network (DirecNet) řešila, zda zastavení bazálního inzulínu může snížit frekvenci hypoglykémie během cvičení. Pomocí strukturovaného cyklu během 2 dnů bylo studováno 49 dětí ve věku 8 – 17 let s DM1 léčených na inzulínové pumpě. První den během cvičení byl zastaven bazální inzulín a druhý den pokračoval. Cvičení bylo od 4:00 – 5:00 hodin, složené ze čtyř 15 min cyklů

běžecského pásu o cílové srdeční frekvenci 140 úderů/ 1 min se třemi 5 min přestávkami po dobu 75 min a poté období pozorování 45 min. Hodnoty glykémie byly měřeny před, během a po cvičení. Výsledkem byl menší výskyt hypoglykémii během cvičení, když byl bazální inzulin přerušován než v případě jeho pokračování. Hyperglykémie byly 45 min po ukončení cvičení častější bez bazálního inzulinu. Z toho vyplývá, že přerušení bazálního inzulinu během cvičení je účinnou strategií snížení hypoglykémie u dětí s DM1, ovšem riziko hyperglykémie se zvyšuje (Tsalikian, 2006).

Stejně jako během túry, tak 24 hodin po sestupu, byla sledována glykémie a byl zjištěn větší výskyt hyperglykémii než hypoglykémii. U 1 dítěte a 4 dospělých hypoglykémie, u 3 dětí a 10 dospělých probandů hyperglykémie. Celkem 5 hypoglykémii a 13 hyperglykémii. Důvody, proč tyto stavy nastaly i 24 hod po výzkumu souvisí buď s malou dávkou inzulinu přes noc, nebo proto, že glykémii ovlivňuje především fyzická aktivita, a to až 24 hod po výkonu.

Podle Rušavého (2012) hypoglykémie po ukončení fyzické aktivity je záladnější a hůře odhadnutelná. Obejvuje se často v noci, jako pozdní hypoglykémie. Může se objevit u aerobní a anaerobní aktivity či jejich kombinace, při intervalových soutěživých sportech, ale i při mírné fyzické aktivitě (dle trénovanosti či netrénovanosti jedince). Vzniká buď ihned po sportu nebo za 6 – 15 i více hodin po jeho ukončení v důsledku obnovování zásob jaterního a svalového glykogenu. Nejlepším způsobem, jak se tomuto stavu vyvarovat je monitorace glykémie.

Během fyzické aktivity člověk potřebuje energii a tato energie se získává chemickým spalováním glukózy (Sport při diabetu, 2012). Pohyb tedy vede ke spotřebě glukózy a ke snížení glykémie. Jediným rozdílem mezi člověkem s diabetem a člověkem bez diabetu je, že diabetik musí o pohybu a sportu více přemýšlet, protože fyzická aktivita ovlivňuje glykémii (snižuje ji). Po ukončení dlouhodobého intenzivního pohybu ovšem starosti ještě nekončí. Během většiny dnů si totiž tělo ukládá část přebytečné glukózy z jídla do jater jako zásobní glykogen a odtud během noci čerpá glukózu. Pokud tělo přes den spotřebuje všechnu energii, kterou diabetik snědl, bude mít v játrech malou zásobu glykogenu a je možné, že v noci nebude mít z čeho doplňovat glukózu do krve, proto poté může dojít k hypoglykémii. Doporučuje se v tomto případě snížit večerní i noční dávku inzulinu na 20 – 30%.

V metaanalýze 10 studií u mladistvých do 18 let s DM1 (Colberg, 2016) bylo zjištěno výrazné zlepšení po fyzické aktivitě, kteří vykonávali aerobní aktivitu. U dospělých byla pravidelná fyzická aktivita spojena se sníženou úmrtností. Zatím ale neexistují dostatečné důkazy o ideálním typu, načasování, intenzitě a trvání cvičení pro optimální kontrolu hladiny glykémie.

Důležité je, že rizikové stavy, které během námi provedeného výzkumu či po něm nastaly, byly v dostatečném časovém rozmezí korigovány a vyřešeny. Řešením byla úprava dávky inzulínu nebo doplnění sacharidů. Jedinou výjimkou byla probandka, které se během výzkumu nepodařilo srovnat hodnotu glykémie do normoglykémie pro výzkum. Prodělávala tzv. labilní diabetes. Měla labilní glykémii a i přes veškerá snažení lékaře či ostatních odborníků se nepodařilo glykémii srovnat a přibližně ve tři čtvrtě cesty sestupu bylo bohužel nutné výzkum probandky ukončit. Její hodnoty ale byly započítány do výsledků, poněvadž výzkum až na posledních cca 5 km dokončila celý.

Pro zajímavost bych uvedla, jak si počínaly během výzkumu jednotlivé skupiny z 5 různých států. Podle vyhodnocení grafů z CareLink Pro si nejlépe vedla skupina Čechů. Jejich výsledné křivky z kontinuální monitorace se ve většině pohybovaly v požadované normoglykémii pro vysokohorskou turistiku, tudíž se stali Češi nejúspěšnější skupinou s nejmenším počtem vyskytnutých rizik hypoglykémie či hyperglykémie. Důvodem pravděpodobně byla efektivně využitá edukace pacientů s lékařem. Na druhém místě byla společně skupina z Maďarska a Rumunska. Pacienti z těchto dvou států byli všichni dospělí a díky i svým vlastním zkušenostem a praxe si sami zvládli správně upravit jak dávku inzulínu, tak dávku sacharidů. Třetí místo obsazují slovenští pacienti, u těch byly výsledky půl na půl. Na poslední čtvrté místo, tedy pacienti s nejvyšším počtem vyskytnutých hypoglykemií a hyperglykemií byla skupina Slovinců. Důvod bych přikládala tomu, že většina probandů byla mladšího věku, tudíž zde hrála roli pubertální neukázněnost pacientů a nevelký zájem o edukaci. Také většina dětí neměla zatím mnoho zkušeností s úpravami dávek inzulínu či sacharidů navíc ve spojení s fyzickou aktivitou, proto pravděpodobně patřili do skupiny s nejhoršími výsledky.

3.8. Závěr

Výsledky diplomové práce představují, že pro diabetiky léčené na inzulinové pumpě je vhodné podstupovat intenzivnější fyzickou aktivitu formou vysokohorské turistiky. Výzkumem byl zjištěn menší výskyt rizikových stavů hypoglykémie u dětí i dospělých, na rozdíl od rizikových stavů hyperglykémie. Tomu lze vděčit hlavně efektivně využitě edukaci a možnosti kontinuální monitorace glukózy během i 24 hodin po výzkumu. Důležité je zjištění, že v rámci splnění normoglykémie pro vysokohorskou turistiku si lépe počínali dospělí než děti, z čehož jasně vychází upozornění, že se u dětí stále více musí kontrolovat DM1 a hladiny glykémie, navíc ve spojení s fyzickou aktivitou.

Z provedeného výzkumu vycházejí určité poznatky, poněkud odlišné jak pro diabetology a edukační sestry, tak pro diabetiky i laiky. Ze zdravotního hlediska pro diabetology vyplývá, že pacienti s DM1 léčení na inzulinové pumpě mohou podstupovat i takto rizikový sport jako je vysokohorská turistika. Přesto, že jej diabetologové obecně nedoporučují, tak tvrdí, že při dobré kompenzaci diabetu a edukaci pacienta ho lze podstupovat. Edukační sestry jsou toho názoru, že pokud je pacient správně a efektivně edukován, tak není problém takovouto zátěž podstupovat. Pacient s diabetem by ale nikdy neměl sportovní aktivitu provádět sám. Edukace je důležitá nejen u pacienta, nýbrž i u ostatních zdravých jedinců, kteří se chystají společně s pacientem s DM1 vykonávat fyzickou aktivitu. Důležité je vědět, kdy a jak podat první pomoc diabetikovi během hypoglykémie či hyperglykémie a hlavně, diabetika nikdy k ničemu nehecovat. A co výzkum vysokohorské turistiky přináší pacientům na inzulinové pumpě? Nejen všem zúčastněným probadnům, ale i ostatním, kteří se zatím k ničemu takovému ještě neodhodlali? Určitě poznání něčeho nového, obrovskou svobodu a zjištění, že i přes závažné chronické onemocnění, jakým je diabetes mellitus, člověk může dosáhnout svých splněných snů, a to nejen ve sportu, ale i v běžném životě a dokáže tak překonat sebe sama.

Literatura:

1. ANDĚL, M. Život s cukrovkou. Praha: Grada, 1996. ISBN80-7169-87-2.
2. ANDĚLOVÁ, K. Těhotenství a diabetes mellitus. In. Zdeněk Hájek. Rizikové a patologické těhotenství, s. 141-163. Grada Publishing, a.s., Praha, 2004, ISBN 80-247-0418-8.
3. BOŠTIKOVÁ, Soňa. *Vysokohorská turistika: vybavení, znalosti a dovednosti, bezpečnost, tipy na túry*. Praha: Grada, 2004. Sport (Grada). ISBN 80-247-0696-2.
4. BOTTERMANN,P., KOPPELWIESER, M. Můj problém cukrovka. Praha: Olympia, 2008. ISBN 978-80-7376-090-8.
5. BROŽ, Jan. Léčba inzulinem. Praha: Maxdorf, 2015. Jessenius. ISBN 978-80-7345-440-1.
6. ČERMÁK, Jaroslav. Výživa a sport při diabetu. Praha, 2016. Středoškolská odborná činnost. Gymnázium Nad Kavalírkou. Vedoucí práce Josef Růžička.
7. DYLEVSKÝ, Ivan. Funkční anatomie. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
8. EDELSBERGER, T. *Encyklopedie pro diabetiky*. Praha: Maxdorf, 2009, 319 s. ISBN 978-80-7345-189-9
9. FEJFAROVÁ, Vladimíra. Selfmonitoring. Interní medicína pro praxi: Edukace. Centrum diabetologie IKEM, 2008, 10(6), 313-314.
10. GEOFFREY, P.(1996) *Moderní vyučování*. Praktická příručka. 1.vyd. Praha:Portál ISBN 80-7178-070-7.
11. JIRKOVSKÁ, Alexandra. Jak (si) kontrolovat a zvládat diabetes: manuál pro edukaci diabetiků. Praha: Mladá fronta, 2014. ISBN 978-80-204-3246-9.
12. JUŘENÍKOVÁ, Petra. Zásady edukace v ošetrovatelské praxi. Praha: Grada, 2010. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-2171-2.
13. KAREN, Igor a Štěpán SVAČINA. Prediabetes. Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře. Praha: Společnost všeobecného lékařství, 2016. ISBN 978-80-86998-78-7.

14. KITTNAR, O.A KOL. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
15. KRISTOVÁ, Jarmila. Komunikácia cvičenia. Osvěta ČR, 2004. ISBN 8080631646.
16. MÁČEK, M., VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum, 1988.
17. NEUMANN, David. Léčba diabetu inzulinovou pumpou u dětí krok za krokem: --nejen pro rodiče a edukační sestry. Praha: Mladá fronta, 2011. Lékař a pacient. ISBN 978-80-204-2480-8.
18. PELÁK, Ondřej. *Vývoj léčby diabetu prvního typu a pomůcek k léčbě ve vztahu ke kvalitě života pacienta*. Praha, 2015. Seminární práce. FA ČVUT.
19. PELIKÁNOVÁ, Terezie a Vladimír BARTO. Praktická diabetologie. 5., aktualiz. vyd. Praha: Maxdorf, c2011. Jessenius. ISBN 978-80-7345-244-5.
20. PERUŠIČOVÁ, Jindra. Diabetes mellitus 1. typu. Semily: Geum, 2007. Monografie (Geum). ISBN 978-80-86256-49-8.
21. POKORNÁ, Andrea. Efektivní komunikační techniky v ošetrovatelství. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2006, 86 s. ISBN 8070134402.
22. RUŠAVÝ, Zdeněk a Jan BROŽ. Diabetes a sport: příručka pro lékaře ošetroující nemocné s diabetem 1. typu. Praha: Maxdorf, c2012. Jessenius. ISBN 978-80-7345-289-6.
23. RYBKA, J. a kol. 2006. *Diabetologie pro sestry*. Praha: GradaPublishing, 2006. 288 s. ISBN80-247-1612-7.
24. SVĚRÁKOVÁ, M. *Edukační činnost sestry*. Praha: Galén, 2012 ISBN 978-80-7262-845-2.
25. ŠKRHA, J. Hypoglykemie. Praha: Maxdorf, 2013. ISBN 978-80-7345-319-0
26. ŠTECHOVÁ, Kateřina. Technologie v diabetologii. Praha: Maxdorf, 2016. Jessenius. ISBN 978-80-7345-479-1.
27. TUREK, B. Glykemický index Praha: Státní zdravotní ústav 2003.

Elektronické zdroje:

1. Aktivity: Národní diabetologický program. Česká diabetologická společnost [online]. ČLS J. E. Purkyně, 2017 [cit. 2017-07-20]. Dostupné z: <http://www.diab.cz/narodni-diabetologicky-program>
2. BRANDOS, Otakar. Co je to treking, turistika? *Treking* [online]. Redakce časopisu *Treking*, 2010 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <https://www.treking.cz/treky/alpinismus-treking-turistika.htm>
3. CGM a senzory. Medtronic [online]. 2016 [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/pomoc-podpora/senzory>
4. Co je to labilní diabetes? *Dia svět* [online]. 2005 [cit. 2017-11-09]. Dostupné z: <http://www.diasvet.cz/co-je-to-labilni-diabetes/>
5. COLBERG, Sheri R., Ronald J. SIGAL, Jane E. YARDLEY, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016, 39(11), 2065-2079. DOI: 10.2337/dc16-1728. ISSN 0149-5992. Dostupné také z: <http://care.diabetesjournals.org/lookup/doi/10.2337/dc16-1728>
6. Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes.co.uk* [online]. UK, 2017 [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: <http://www.diabetes.co.uk/cgm/continuous-glucose-monitoring.html>
7. DAŘOVÁ, Klára, Jitka VAŘEKOVÁ a Tomáš VAŘEKA. Žák s diabetes mellitus 1. typu v tělesné výchově (II. část). *Tělesná výchova a sport mládeže* [online]. FTVS UK v Praze, 2014, , 43-48 [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: https://www.email.cz/download/k/hp5exdbS58DkS7dWUaeyar09w-dFhLjJac55nLRAFxvo7Opn4KXYHMY1CD-SwRTL700gV9s/TVSM_6_2014_Dadova.pdf
8. Data o diabetu v ČR. Diabetická asociace ČR [online]. Interní klinika Motol, 2017 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <http://www.diabetickaasociace.cz/co-je-diabetes/data-o-diabetu-v-cr/>
9. DESHPANDE, Anjali D, Marcie HARRIS-HAYES a Mario SCHOOTMAN. Epidemiology of Diabetes and Diabetes-Related Complications. *Physical*

- Therapy*. 2008, **88**(11), 1254-1264. DOI: 10.2522/ptj.20080020. ISSN 0031-9023. Dostupné také z: <https://academic.oup.com/ptj/ptj/article/2858146/Epidemiology>
10. Diabetes mellitus - laboratorní testy. Česká diabetologická společnost [online]. ČLS J. E. Purkyně, 2012 [cit. 2017-07-20]. Dostupné z: http://www.diab.cz/dokumenty/standard_labor_2012.pdf
 11. Diabetes mellitus. Postgraduální medicína [online]. 2. LF a FN Motol, 2003 [cit. 2017-07-19]. Dostupné z: <http://zdravi.euro.cz/archiv/postgradualni-medicina/?id=2845>
 12. KAREN, Igor, Milan KVAPIL, Svatopluk BÝMA a Otto HERBER. Definice onemocnění. Diabetes mellitus [online]. SVL: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, 2005 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z: <http://www.svl.cz/files/files/Doporucene-postupy-2003-2007/Diabetes-mellitus.pdf>
 13. KVAPIL, Milan. Akutní komplikace diabetu. DIA [online]. Svaz diabetiků České republiky, 2017 [cit. 2017-10-19]. Dostupné z: <http://diaplzen.cz/diabetes>
 14. KVAPIL, Milan. Chronické komplikace diabetu. DIA [online]. Svaz diabetiků České republiky, 2017 [cit. 2017-10-17]. Dostupné z: <http://diaplzen.cz/diabetes>
 15. LEBL, Jan. Cukrovka u dětí a dospívajících. Dia děti [online]. FN Královské Vinohrady, 2010 [cit. 2017-11-01]. Dostupné z: <http://www.diadeti.cz/cukrovka-u-deti.php>
 16. Léčba inzulinovou pumpou. *Medtronic* [online]. 2016 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/co-predstavuje-lecba-inzulinovou-pumpou>
 17. LENHARD, M. James a Grafton D. REEVES. Continuous Subcutaneous Insulin Infusion. *Archives of Internal Medicine*. 2001, **161**(19), 2293-. DOI: 10.1001/archinte.161.19.2293. ISSN 0003-9926. Dostupné také z: <http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archinte.161.19.2293>
 18. MAAHS, David M., Lauren A. HORTON a H. Peter CHASE. The Use of Insulin Pumps in Youthwith Type 1 Diabetes. *Diabetes Technology*. 2010,

12(S1), S-59-S-65. DOI: 10.1089/dia.2009.0161. ISSN 1520-9156. Dostupné také z: <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/dia.2009.0161>

19. MATOULEK, Martin. Edukace mezi diabetiky se v Česku zatím nedaří. Mezery mají i lékaři, kteří zavádějí nové léky se zpožděním. *Zdravotnický deník* [online]. Ekonomický deník, Praha, 2017 [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <http://www.zdravotnickydenik.cz/2017/11/edukace-diabetiky-se-cesku-zatim-nedari-mezery-maji-i-lekari-kteri-zavadeji-nove-leky-se-zpozdenim/>
20. MATOULEK, Martin. Monitorujeme glykémii při pohybu. *Abbott diabetes care* [online]. MediSpo magazín: Nakladatelství odborné literatury, 2010 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: https://www.abbottdiabetescare.cz/dokumenty/edukace/Monitorujeme_glykemii_pri_pohybu.pdf
21. PERUŠIČOVÁ, Jindra. Léčba inzulinem. *Postgraduální medicína* [online]. 2. lékařská fakulta a Fakultní nemocnice v Motole, 2011 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/lecba-inzulinem-459231>
22. PIQULA, Topi. Adrenalin. Hedvábná stezka [online]. 2010 [cit. 2017-10-03]. Dostupné z: <http://www.hedvabnastezka.cz/expedicni-fond/adrenalin-hormon-bojovniku-i-zbabelcu/>
23. PRÁZNÝ, Martin. Edukace mezi diabetiky se v Česku zatím nedaří. Mezery mají i lékaři, kteří zavádějí nové léky se zpožděním. *Zdravotnický deník* [online]. Ekonomický deník, Praha, 2017 [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <http://www.zdravotnickydenik.cz/2017/11/edukace-diabetiky-se-cesku-zatim-nedari-mezery-maji-i-lekari-kteri-zavadeji-nove-leky-se-zpozdenim/>
24. První pomoc. Zdravý život s cukrovkou [online]. poski.com, 2016 [cit. 2017-08-30]. Dostupné z: <http://www.zdravyzivotsukrovkou.cz/cukrovka/zakladni-informace-o-lecbe/prvni-pomoc>
25. RYNINKS, Kirsty, Eileen SUTTON, Elizabeth THOMAS, Russell JAGO, Julian P. H. SHIELD, Christine P. BURREN a Linda CHAO. Attitudes to Exercise and Diabetes in Young People with Type 1 Diabetes Mellitus: A Qualitative Analysis. *PLOS ONE*. 2015, **10**(10), e0137562-. DOI:

- 10.1371/journal.pone.0137562. ISSN 1932-6203. Dostupné také z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0137562>
26. Slinivka břišní. Slinivkabrisni.cz [online]. COTOPAXI cz, 2006, 2017 [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: <http://www.slinivkabrisni.cz/slinivka-brisni/>
27. SLOWICZEK, Lindsay. Everything You Need to Know About Insulin. *Healthline* [online]. Valencia, 2016 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/type-2-diabetes/insulin#Function1>
28. Sport při diabetu. FN Královské Vinohrady [online]. FN Královské Vinohrady, 2012 [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: https://www.fnkv.cz/soubory/169/sport_pri_diabetu.pdf
29. SVAČINA, Štěpán. Diabetes mellitus 1. typu - fyzická aktivita a sport. *Medicabaze* [online]. Diabetologie - lékařské repetitorium, 2010 [cit. 2017-11-16]. Dostupné z: http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term_detail&categId=35&cname=Diabetologie&termId=3106&tname=Diabetes+mellitus+1.+typu+-+fyzick%C3%A1+aktivita+a+sport&h=empty#jump
30. Systém Minimed. Infuzní sety. *Medtronic* [online]. 2016 [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/system-minimed/davkovani-inzulinu/infuzni-sety>
31. Systém MiniMed. Medtronic [online]. 2016 [cit. 2017-10-19]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/system-minimed/system-minimed-640g-inzulinova-pumpa>
32. ŠTEFÁNEK, Jiří. Langerhansovy ostrůvky. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK* [online]. 2011 [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?q=langerhansovy-ostruvky>
33. Terapeutický software CareLink™. *Medtronic* [online]. 2016 [cit. 2017-11-13]. Dostupné z: <https://www.medtronic-diabetes.cz/system-minimed/pom%C5%AFcky-ke-zvl%C3%A1d%C3%A1n%C3%AD-terapie>
34. TICHÁ, Barbora. Diabetická ketoacidóza. *Medlicker* [online]. 2013 [cit. 2017-10-19]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/search/ketoacid%C3%B3za>

35. TICHÁ, Barbora. Hyperglykémie. Medlicker [online]. 2013 [cit. 2017-10-19]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/77-hyperglykemie-jak-vznika-a-jak-se-leci>
36. TSALIKIAN, Eva. Prevention of Hypoglycemia During Exercise in Children With Type 1 Diabetes by Suspending Basal Insulin. *Diabetes Care*. 2006, **29**(10), 2200-2204. DOI: 10.2337/dc06-0495. ISSN 0149-5992. Dostupné také z: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/doi/10.2337/dc06-0495>
37. VENHÁČOVÁ, Jitřenka a Petra VENHÁČOVÁ. Diabetes mellitus 1. typu a hypoglykémie. *Inzulinek* [online]. Diabetologické centrum FN Olomouc - dětská klinika, 2007 [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: www.inzulinek.cz/file/35/hypoglykemie2007.pdf
38. VILÍMOVSKÝ, Michal. Cukrovka. Medlicker [online]. Magazín o zdraví, 2013, 2015 [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/52-cukrovka-rozdeleni-projevy-lecba-a-komplikace>