

Telemedicína v diabetologii

Robert Bém

Centrum diabetologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

Základem telemedicíny je využití moderních technologií, které se používají v běžném životě, ale i v managementu diabetu. Technologie se uplatňují nejen v aplikaci inzulínu a monitoraci glykemií, ale i v managementu režimových opatření, jako jsou dieta a fyzická aktivita. Telemedicína v diabetologii umožňuje významně rozšířit naše možnosti péče o pacienty s diabetem a jeho komplikacemi, vede k přesvědčivému zlepšení kompenzace diabetu a ke zlepšení selfmonitoringu pacientů s diabetem. Pozitivní účinek telemedicíny závisí na správném nastavení procesů přenosu a zpracování dat, ale také na edukaci všech zúčastněných. Telemedicína podporuje zapojení pacientů, ale i dalších zdravotníků do managementu diabetu, zlepšuje koordinaci péče a zefektivňuje komunikaci mezi pacienty a zdravotníky.

Klíčová slova: diabetes mellitus, technologie, telemedicína, monitorace glykemie, umělá inteligence.

Telemedicine in diabetology

The basis of telemedicine is the use of modern technologies that are used in everyday life, but also in diabetes management. Technology are applied not only in insulin administration and glycemic monitoring, but also in the management of lifestyle interventions such as healthy eating and physical activity. Telemedicine in diabetes can significantly expand our options for the care of patients with diabetes and its complications, leading to convincing improvements in diabetes control and self-management of patients with diabetes. The positive effect of telemedicine depends on the correct setup of data transmission and processing, but also on the education of all involved. Telemedicine promotes the involvement of patients as well as other healthcare professionals in diabetes management, improves care coordination and streamlines communication between patients and healthcare professionals.

Key words: diabetes mellitus, technology, telemedicine, glucose monitoring, artificial intelligence.

Úvod

Diabetes je chronické onemocnění, které patří mezi hlavní příčiny neúrazových amputací dolních končetin, selhání ledvin a slepoty, zejména u lidí v produktivním věku (1). V roce 2021 trpělo na celém světě cukrovkou 537 milionů lidí, z toho 80 % v zemích s nízkými a středními příjmy (2). V průměru cukrovka zkracuje očekávanou délku života u lidí ve věku 40–60 let o 4–10 let a nezávisle na tom zvyšuje riziko úmrtí, onemocnění ledvin a rakoviny 1–3× (1). Diabetes a jeho komplikace vážně zhoršují kvalitu života pacientů, snižují jejich produktivitu a ekonomicky zatěžují celý zdravotnický systém. Prevence, včasná a rychlá diagnóza a kvalitní kontinuální péče jsou klíčovými prvky při snižování rostoucího počtu pacientů s diabetem. Zdravotnictví založené na digitálních technologiích (telezdravotnictví) je tak považováno za přirozenou volbu pro péči o pacienty s chronickými onemocněními (3–5).

Telezdravotnictví je využívání virtuálních platform založených na technologiích k poskytování různých aspektů zdravotních informací, prevence, monitorování onemocnění a lékařské péče (6). Největším segmentem telezdravotnictví je telemedicína (označovaná také jako distanční nebo virtuální péče), která je obecně definována jako „medicína praktikovaná na dálku“ a používá se hlavně v péči o pacienty s chronickými onemocněními (7). Tento přístup k poskytování péče se rozvíjí od počátku 90. let 20. století s cílem zvýšení kvality a celkové dostupnosti péče (8). V podstatě existují tři formy interakce na bázi telemedicíny: zdravotník–pacient, zdravotník–zdravotník a pacient–kouč (trenér, farmaceut, edukátor nebo interaktivní hra) (4). Telemedicínu lze rovněž rozdělit do chronologických kategorií: virtuální konzultace v reálném čase (synchronní; on-line); konzultace s odstupem (asynchronní, off-line), kdy jsou data stažena dopředu a konzultována s odstupem (např. e-mail) a vzdálené sledování pacienta (kontinuální monitorace). V péči

o pacienty s diabetem jsou využitelné všechny typy telemedicíny a byly do určité míry hodnoceny v rámci klinických studií (9). Využívání telemedicíny celosvětově prudce roste díky své nákladové efektivnosti a sníženému nároku na využití lidských zdrojů pro poskytování včasné péče zaměřené na pacienta, k čemuž významně přispěla i epidemie covidu-19 (5, 10). Vzdálené (virtuální) kontroly jsou výhodné u pacientů léčených v domácím prostředí kvůli nízkým nákladům, široké dostupnosti a možnosti nepřetržité monitorace (11).

Technologie v diabetologii

Základem telemedicíny je využití moderních technologií, které se používají v běžném životě, ale i v managementu diabetu.

Pro rozvoj telemedicíny je zásadní široká dostupnost internetu, chytrých mobilních telefonů a bezdrátových sítí (wifi), ale také snadný bezdrátový přenos dat (bluetooth) a dostupnost webových a mobilních aplikací. Například v roce 2018 vlastnilo chytrý telefon 66 % světové populace (80 % v západní Evropě, 77 % v USA), lze předpokládat, že současné údaje jsou ještě vyšší (5). V současné době tak máme zařízení, které umožní sběr a transfer dat, jejich zpracování a vzájemnou komunikaci, v kapse v podstatě všichni z nás.

Obrovský pokrok také zaznamenaly technologie v managementu diabetu. Z tohoto pokroku nejvíce profitují pacienti léčení inzulínem, kde se možnosti aplikace inzulínu i monitorace glykemií významně rozšířily (Obr. 1). Velké zlepšení také přinesly technologie v managementu režimových opatření, jako jsou dieta a fyzická aktivita. Další technologie nám také pomáhají v péči o komplikace diabetu a přidružená onemocnění.

Aplikace inzulínu je možná například pomocí smart inzulínových per, které si pamatují dávky aplikovaného inzulínu, případně je zaznamenají přes bezdrátové spojení do aplikace uložené v mobilním telefonu (12). Řada pacientů také používá inzulínové pumpy, které kromě sofistikovaného dávkování inzulínu v režimu bazál-bolus dokážou ve spojení

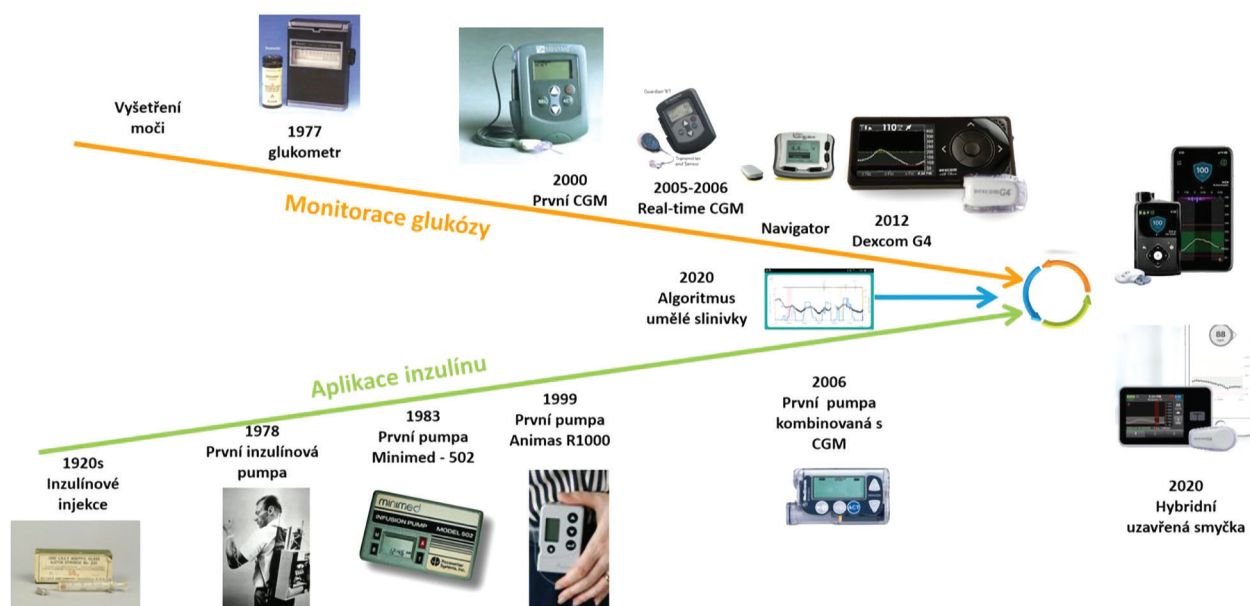
se senzorem glykemie zastavit přívod inzulínu při hypoglykémii, nebo naopak navýšit dávky inzulínu při hyperglykémii (13).

Stanovení hodnoty glykemie je zásadní nejen pro diagnostiku, ale hlavně pro léčbu diabetu. Kromě laboratorního stanovení glykemie máme v současné době celou řadu možností, jak monitorovat glykémii zejména v domácím prostředí pacienta. Mezi ně patří použití glukometrů, „okamžitá“ monitorace glukózy (intermittent scanning CGM – isCGM nebo také flash glucose monitoring – FGM) a kontinuální monitorace pomocí senzorů (CGM – continuous glucose monitoring) (14).

U glukometrů máme škálu od přístrojů velmi jednoduchých, po zařízení, která mají řadu přídatných funkcí, jako jsou diáře (s možností záznamu příjmu sacharidů, pohybové aktivity, akutních komplikací apod.) nebo možnost bezdrátového propojení s jinými elektronickými zařízeními, jako jsou mobilní telefony či chytré hodinky. Vhodným doplňkem glukometru jsou bolusové kalkulátory, které pacientovi mohou usnadnit stanovení dávky inzulínu k jídlu nebo ke korekci hyperglykemie. Některé přístroje spojují funkci ovladače pumpy s glukometrem a diářem, což bývá také označováno za data manažer. Pacient tak má všechna potřebná data na jednom místě. Většina glukometrů umožňuje stažení dat za určité období do počítače a následné vytvoření týdenních/měsíčních přehledů glykemií včetně grafických zobrazení (Obr. 2). Zpracovaná data lze pak sdílet s ošetřujícím lékařem nebo edukační sestrou.

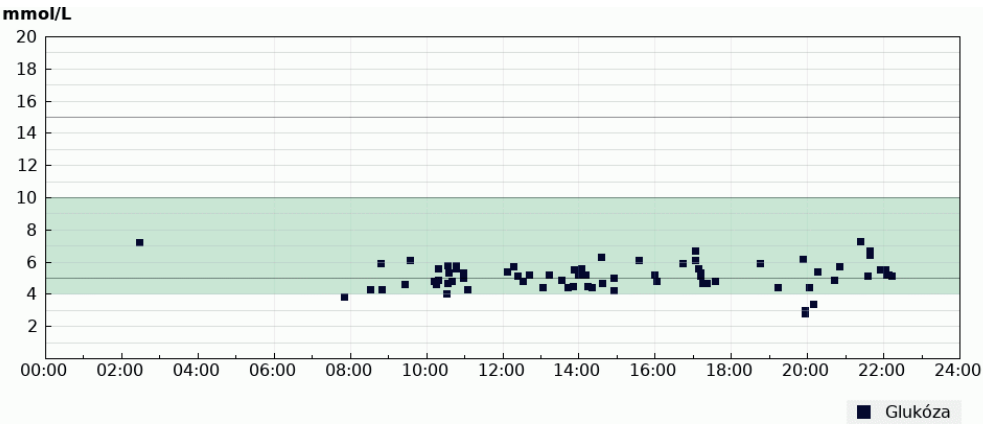
IsCGM je nejnovější metodou monitorace hladiny glukózy. Jedná se o hybrid mezi glukometrem a CGM. Principem je zavedení senzoru do podkoží na paži pacienta, přičemž glykemie se zobrazí po přiložení čtečky (skenování) na vzdálenost menší než 4 cm, a to třeba i přes oděv. Čtečka je schopna zobrazit aktuální glykémii, trendové šipky, ale i graf glykemií za posledních 8 hodin (Obr. 3a). Při kombinaci s vysílačem lze data ze senzoru bezdrátově přenést do mobilního telefonu, kde je možné za pomoci aplikace zobrazit a vyhodnotit řadu údajů (Obr. 3 b). Podobně lze po ukončení monitorace stáhnout data do počítače a odeslat data ke konzultaci zdravotníkům (15).

Obr. 1. Přehled technologického vývoje v oblasti aplikace inzulínu a stanovení hodnot glykemie. Výsledkem by měla být plnohodnotná uzavřená smyčka, kdy dávkování inzulínu bude zcela nezávislé na nutnosti neustálé úpravy dávek inzulínu pacientem, ale bude řízeno algoritmem



Obr. 2. Zobrazení dat z glukometru vhodné pro telemedicínské hodnocení. Data zobrazují hodnoty glykemií v jednotlivých dnech a tzv. modální den. Součástí jsou i přehledy základních parametrů, jako jsou průměrná glykemie, počet hodnot v cílovém rozmezí apod.

K ketony (mmol/L)																										
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Celkem za den	
Ne 21/11																										Průměr (0): --
Po 22/11													5.7										5.5			Průměr (2): 5.6mmol/L
Út 23/11											4.8			5.5				4.7						5.5		Průměr (4): 5.1mmol/L
St 24/11									4.3				4.8								4.9					Průměr (3): 4.7mmol/L
Čt 25/11											4.7					5.2							5.1			Průměr (3): 5mmol/L
Pá 26/11										4.6					5.0											Průměr (2): 4.8mmol/L
So 27/11																										Průměr (0): --
Ne 28/11									5.9					4.9					5.9							Průměr (3): 5.6mmol/L
Po 29/11												5.4														Průměr (1): 5.4mmol/L
Út 30/11										6.1			5.1			6.1										Průměr (3): 5.8mmol/L
St 1/12											5.6			4.4				5.6								Průměr (3): 5.2mmol/L
Čt 2/12											5.3						4.8					5.4				Průměr (3): 5.2mmol/L
Pá 3/12											4.9				4.4		5.9			4.4						Průměr (4): 4.9mmol/L
So 4/12													5.2													Průměr (1): 5.2mmol/L
Ne 5/12			7.2																							Průměr (1): 7.2mmol/L
Po 6/12											5.0															Průměr (1): 5mmol/L
Út 7/12											5.8				5.6								6.4			Průměr (3): 5.9mmol/L
St 8/12											4.6				4.5			5.3						5.2		Průměr (4): 4.9mmol/L
Čt 9/12												4.3			4.2			4.8			3.4	7.3				Průměr (5): 4.8mmol/L
Pá 10/12											4.8			4.4				4.7								Průměr (3): 4.6mmol/L
So 11/12																				6.2						Průměr (1): 6.2mmol/L
Ne 12/12																										Průměr (0): --
Po 13/12											5.8			5.2				6.7				5.7				Průměr (4): 5.9mmol/L
Út 14/12											5.3				5.2			6.1						5.2		Průměr (4): 5.5mmol/L
St 15/12									4.3				5.2					4.7						5.1		Průměr (4): 4.8mmol/L
Čt 16/12								3.8						4.5				5.1		2.8	4.4	6.7				Průměr (7): 4.3mmol/L
Pá 17/12											4.0				4.7					3.0						Průměr (2): 4.4mmol/L
So 18/12															6.3											Průměr (1): 6.3mmol/L
Ne 19/12																										Průměr (0): --
Po 20/12											5.6															Průměr (1): 5.6mmol/L
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Celkem za den	



Statistika

Počet hodnot: 73	Hodnoty nad cílovou hodnotou (10 mmol/L): 0	Nejvyšší hodnota (mmol/L): 7.3 (09/12/2021 21:23)
Hodnoty za den: 2.4	Hodnoty na cílové hodnotě (4-10 mmol/L): 69	Nejnižší hodnota (mmol/L): 2.8 (16/12/2021 19:55)
Průměr za období (mmol/L): 5.1	Hodnoty pod cílovou hodnotou (4 mmol/L): 4	Směrodatná odchylka: 0.8

CGM je v současné době používán v klinické praxi stále častěji. Je založeno na principu jehlového senzoru zavedeného do podkoží, který je spojen s transponderem, který přenáší data do přijímače, jehož součástí je i monitor. Nejčastěji se jedná o samostatné zařízení, inzulinovou pumpu nebo stále častěji mobilní telefon. CGM zajišťuje dostatek informací o výkyvech glykemie během dne a poskytuje pacientům i zdravotníkům možnost optimalizovat léčbu diabetu. CGM vede u pacientů zejména ke zlepšení kompenzace diabetu a snížení počtu hypoglykemií (16), a to za podmínky, kdy je senzor využíván minimálně 80 % času. Kontinuální

monitoraci lze využít ve dvou režimech. První spočívá ve vyhodnocení naměřených hodnot a souhrnných parametrů (průměrná glykemie, variační koeficient, čas v cílovém rozmezí, použití senzorů apod.) za určité období (14 dní/měsíc) a slouží ke korekci nastavení dávek inzulinu podle kolísání křivky jak pacientem, tak možno i „na dálku“ lékařem či edukátorem. Druhý režim zajišťuje sledování hodnot glykemií on-line, v grafu za několik hodin zpětně, včetně trendových šipek upozorňujících pacienta na možný vývoj glykemií. Tento režim umožňuje pacientovi ihned reagovat na výkyvy glykemií a korigovat je. Mnohé systémy vyu-

živají propojení senzoru s počítačem, chytrým telefonem či hodinkami, takže díky sdílení dat může hodnotu glykemie vidět lékař nebo rodiče pacienta (Obr. 4). Ti pak mohou reagovat na nepříznivé hodnoty, a to i na velkou vzdálenost, kdy je pacient třeba ve škole nebo spí (17). Tyto funkce založené na alarmech jsou nespornou výhodou senzorů proti

Obr. 3a. „Okamžitá“ monitorace glukózy (intermittent scanning CGM – isCGM). a) zavedení monitoru do podkoží na paži pacienta, přičemž data se zobrazí po přiložení čtečky (skenování). Čtečka je schopna zobrazit aktuální glykemii, trendové šipky, ale i graf glykemií za posledních 8 hodin



isCGM. Využití isCGM nebo CGM by mělo být nabídnuto všem pacientům s diabetem 1. typu.

V posledních dvou letech máme také k dispozici tzv. hybridní okruhy, což je propojení inzulínové pumpy se senzorem, kdy dávkování inzulínu není závislé pouze na nastavených dávkách a aplikaci inzulínu samotným pacientem, ale také na použití speciálních algoritmů, které dokážou efektivně korigovat hypo- a hyperglykemie (18). Budoucností, doufejme blízko, je propojení spolehlivé a přesné monitorace glykemie s aplikací inzulínu, a tedy vytvoření úplného uzavřeného systému bez nutnosti vnějšího zásahu pacienta (5).

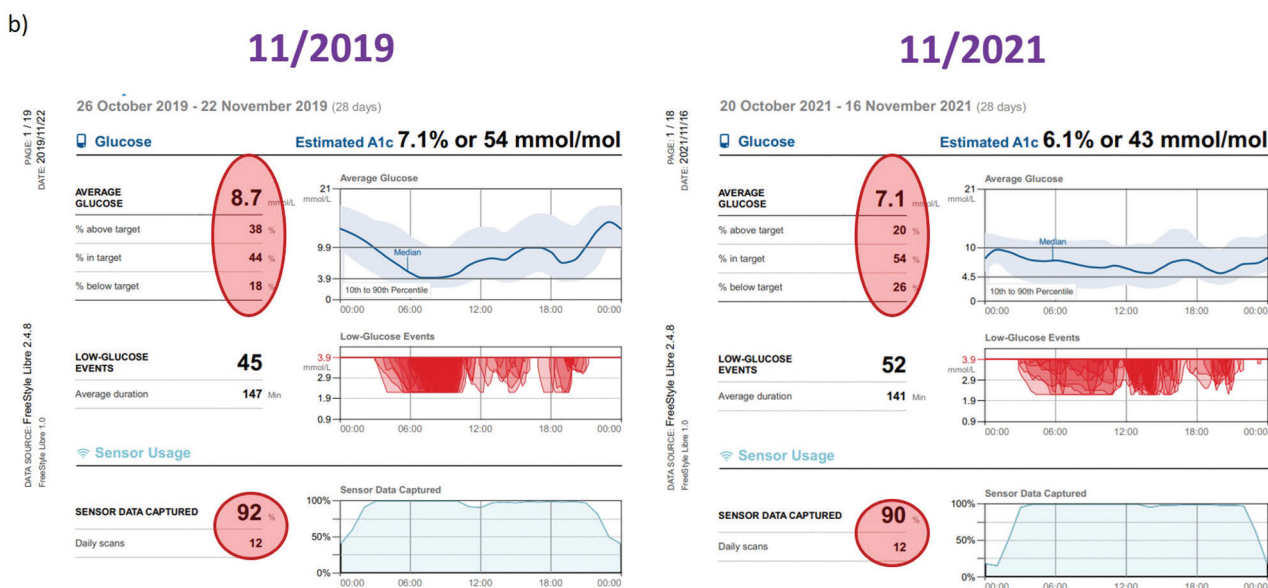
V poslední době také došlo k velkému rozšíření jak webových, tak mobilních aplikací pro pacienty, které jim pomáhají s kompenzací diabetu (např. bolusové kalkulátory – výpočet dávky inzulínu k jídlu či korekci hyperglykemií) či selfmonitoringem glykemií, krevního tlaku, dyslipidemií apod. (6, 19, 20).

Řada dalších aplikací je schopna pomoci pacientům se zdravým stravováním. Aplikace umí spočítat množství sacharidů, tuků a bílkovin v přijaté stravě třeba i načtením kódů potravin, vést si deníček příjmu a výdeje energie, pitného režimu apod. K dispozici jsou také chytré hrnce a pánve, které jsou propojeny s aplikacemi v mobilním telefonu, což lidem usnadňuje proces přípravy stravy vč. zhodnocení obsahu jednotlivých živin (19).

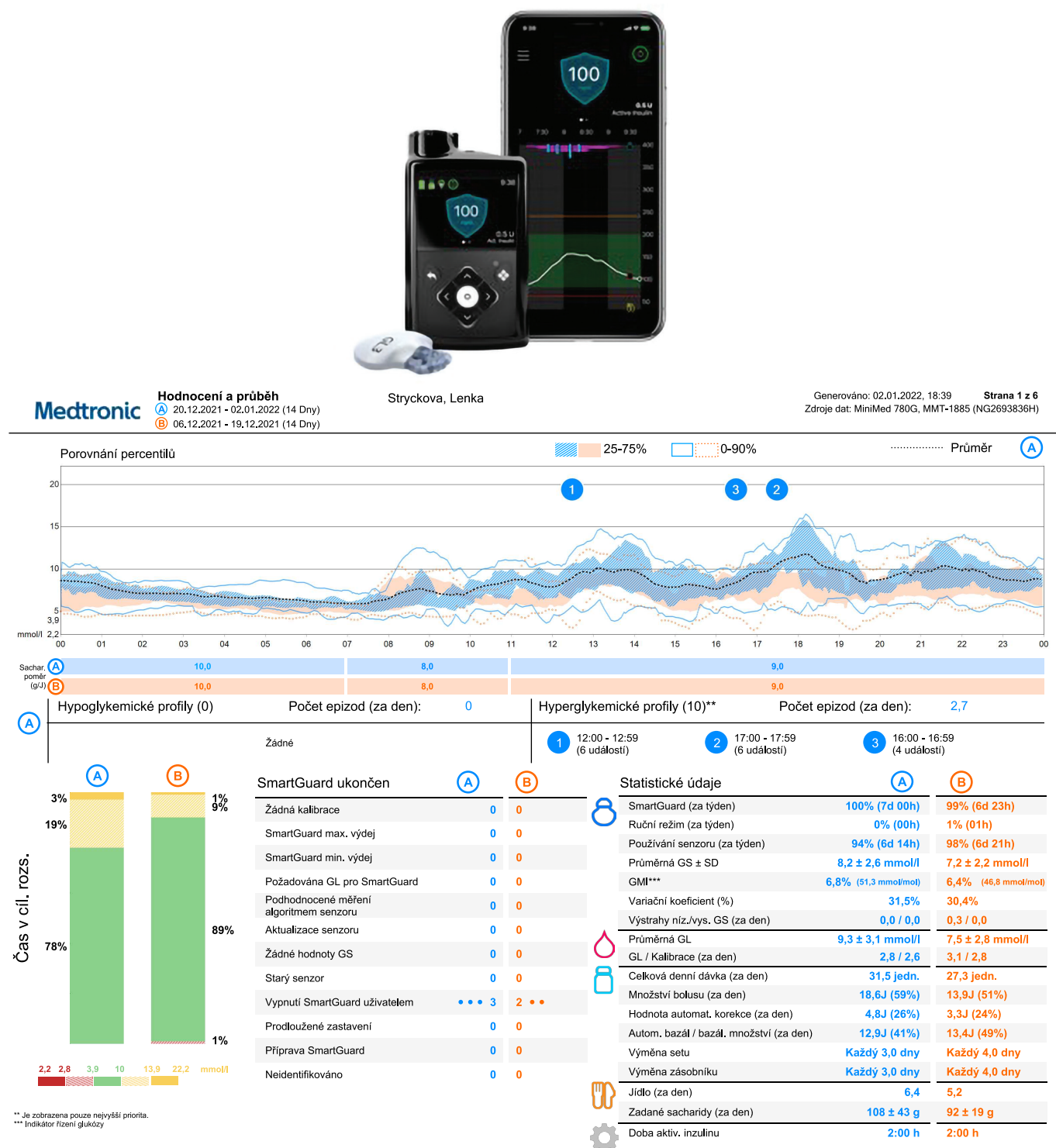
Další důležitou oblastí v péči o pacienty s diabetem je fyzická aktivita. V současné době máme na trhu nepřeberné množství chytrých hodinek, které mohou měřit, zpracovávat a sdílet celou řadu parametrů, jako jsou kroky (počet, intenzita během dne, týdne, roku...); jednotlivé fyzické aktivity (běh, chůze, plavání, běžky, lyžování, box apod.), kde lze následně v počítači či v aplikaci v mobilním telefonu zhodnotit množství spálené energie, intenzitu aktivity, délku, absolvovanou vzdálenost apod. (21).

Jednotlivé aplikace mohou být vzájemně propojeny a sdílet data. Takže pacient má následně souhrn komplexních informací o pohybu,

Obr. 3b. Příklad záznamů dlouhodobé monitorace pomocí isCGM, kdy u pacienta došlo k významnému zlepšení základních sledovaných parametrů – průměrné glykemie, času v cílovém rozmezí za podmínek stále stejného využití senzoru



Obr. 4a. Zařízení a data z dlouhodobé monitorace u pacientů léčených inzulínovou pumpou s integrovaným přijímačem dat ze senzorů. Pumpa Minimed™ 780G



Tato zpráva je kompatibilní s výpočty ambulantního profilu glukózy (Ambulatory Glucose Profile) používanými Mezinárodním diabetologickým centrem (International Diabetes Center).

stravě a případně nastavení dávek aplikace inzulínu a monitorace glykemií na jednom místě. Takže některé technologie například na základě GPS lokalizace poznají, že je pacient ve fitness centru a upraví mu nastavení algoritmu dávkování inzulínu na sportovní režim.

Díky těmto technologiím mají pacienti možnost provádět velmi efektivně selfmonitoring, aktivně se podílet na kompenzaci diabetu a případně na dálku svá data sdílet se zdravotníky (22).

Aplikace telemedicíny v diabetologii

V oblasti telemedicíny v diabetologii byly publikovány řádově již stovky studií, řada systematických přehledů a metaanalýz. Drtivá většina prací poukazuje na pozitivní efekt telemedicíny na kompenzaci diabetu, hodnocenou glykovaným hemoglobinem či TIR (Time In Range = čas v cílovém rozmezí), a zlepšení selfmonitoringu samotnými pacienty (6, 17, 23–25).

Obr. 4b. Pumpa t:slim X2™ se senzorem Dexcom G6



Přehled

14 dní/dní | pá 2. čvc 2021 - čt 15. čvc 2021

DEXCOM
CLARITY
Iva Voleská

Glukóza

Průměrná Glykémie

6,8 mmol/l

Směrodatná Odchylka

1,6 mmol/l

Odhadovaná Hodnota A1C

5,9 %

Čas v rozmezí

0 % Velmi Vysoký
3 % Vysoký
94 % V Rozmezí
2 % Nízká
<1 % Velmi Nízká

Cílové rozmezí:

3,9-10,0 mmol/l

Použití Senzoru

Dny s daty CGM

93 %

13/14

Průměrný počet kalibrací za den

0,3

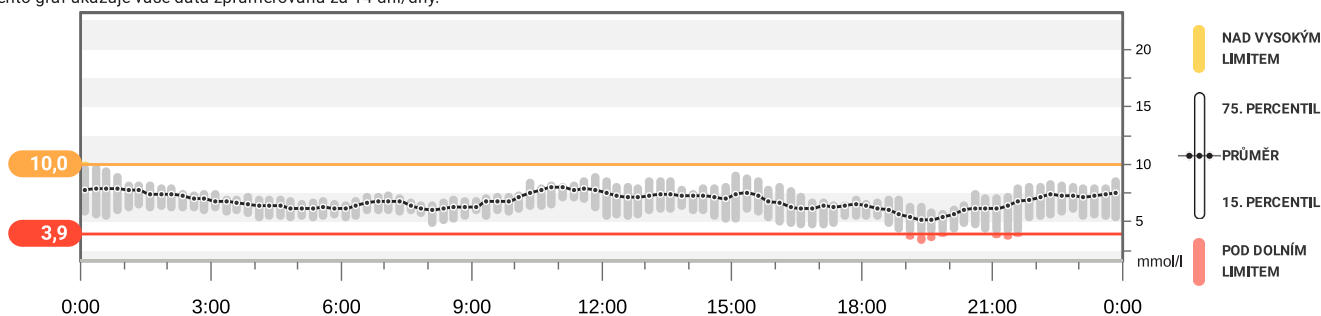
Nejčastější vzory

1

Iva měl/a z hlediska hladiny glykémie nejlepší den 14. červenec 2021

Podle údajů pacienta Iva se hladina glukózy pacienta pohybovala v cílovém rozmezí asi 100 % dne.

Tento graf ukazuje vaše data zprůměrovaná za 14 dní/dny.



Pozorované míry zlepšení kompenzace jsou srovnatelné s mírami nefarmakologických např. výživových intervencí (26) nebo zvýšené fyzické aktivity (27) a některých farmakologických léčebných postupů (pokles HbA_{1c} o 0,5–1,25 %) (28). Tento fakt je povzbuzivý, pokud vezmeme v úvahu, že například studie UKPDS odhalila, že pokles HbA_{1c} o 0,9 % byl spojen s 25% snížením výskytu mikrovaskulárních komplikací, s 10% snížením úmrtnosti související s diabetem a s 6% snížením úmrtnosti ze všech příčin (29). Telemedicína měla u některých skupin pacientů s diabetem větší efekt. Jednalo se o pacienty s čerstvým zachytem diabetu a pacienty s vyšším vstupním HbA_{1c}. Pozitivní efekt byl také umocněn ve studiích, kde byly častější interakce mezi pacientem a zdravotníky a kdy intervence trvala kratší dobu než měsíců (20). Na

základě výsledků studií se dá uzavřít, že zásadní je: 1) oboustranná komunikace mezi pacientem a zdravotníky, 2) kvalitní sběr dat pacientem (nejen glykémie, ale také krevní tlak, váha, symptomy apod.), 3) cílená strukturovaná edukace pacientů a 4) individualizovaná a specifická zpětná vazba (například někteří pacienti jsou stresováni videohovorem, ale přes e-mail reagují velice dobře) (9).

Telemedicína u pacientů s diabetem 1. typu

Hlavní efekt telemedicíny u pacientů s diabetem 1. typu byl na zlepšení kompenzace, který reportuje cca 60 % všech studií, v ostatních zůstal nezměněn, žádná studie neprokázala zhoršení kompenzace (3). Dle studií lze při aplikaci telemedicíny očekávat pokles HbA_{1c} o 0,3–1,1 % (19)

a zlepšení TIR o cca 3,3 % (ve studiích bylo rozpětí -6% až + 11,2 %) (30). Telemedicína snižuje čas v hyperglykemii, ale neovlivňuje čas a počet hypoglykemických příhod, nevede ke snížení lačných glykemií ani nijak nezhoršuje selfmonitoring pacienta (19). Dále nevede k redukci váhy, zlepšení krevního tlaku, ale také nemění kvalitu života (17). Naopak vede k úsporám přímých i nepřímých finančních nákladů o 22–24 % (31).

Telemedicína u pacientů s diabetem 2. typu

U pacientů s diabetem 2. typu vedlo použití mobilních aplikací ve studiích ke snížení HbA1C o 0,4–1,1 % a lačné glykemie o 1,6 mmol/l. Žádná ze 7 studií neprokázala efekt na snížení krevního tlaku a jen 1 ze 7 studií prokázala zlepšení lipidogramu. Jedna ze tří studií vedla ke snížení váhy (19). Aplikace však signifikantně zlepšovaly selfmonitoring pacientů. Efekt aplikací však může být zlepšen uplatněním on-line virtuálních kontrol, které vedou ke zlepšení kompenzace diabetu, ale i krevního tlaku, poklesu váhy a zlepšení kvality života (24).

Virtuální kontroly

V současné době je telemedicína v diabetologii aplikovaná zejména ve formě virtuálních kontrol (11). Tyto kontroly jsou nejčastěji komunikací mezi lékařem a pacientem na dálku, tedy bez nutnosti fyzické přítomnosti pacienta v ambulanci lékaře. Komunikace může proběhnout prostřednictvím telefonního hovoru, videohovoru nebo e-mailem, sms či jinou elektronickou formou. V literatuře lze najít řadu studií zabývajících se touto problematikou. Většina z nich zjistila, že virtuální kontroly byly spojeny s nižšími náklady na léčbu, přičemž klinické výsledky byly srovnatelné s osobními návštěvami. Nemnoho studií pak hodnotí dopad virtuálních kontrol na dostupnost zdravotnické péče. Hlavní indikací virtuálních kontrol je management chronických onemocnění, kdy byly prokazatelně efektivní v terapii diabetu, hypertenze a dny (11). Určité problémy mohou nastat u akutních stavů, kdy je třeba stav urgentně řešit, zejména při asynchronní komunikaci např. e-mailem. Zde se doporučuje on-line komunikace, kdy např. zaslání fotografie nebo prohlédnutí postiženého místa při videohovoru může proces významně urychlit. Vhodné se také zdá být provedení první kontroly pacienta osobně a až následné využití telemedicíny. Obavy, že virtuální kontroly povedou k neadekvátní preskripci léků (např. antibiotik), se ukázaly jako liché. Naopak vznikly určité obavy, že aplikace virtuálních kontrol povede ke zhoršenému přístupu k prevenci různých onemocnění. To však bude nutné ještě posoudit v rámci nově navržených studií.

Prakticky je základem pro komunikaci v rámci virtuálních kontrol vyhodnocení dat získaných pacientem (glykemie, krevní tlak, váha, fotografie nohy apod.), a to na bázi on-line dat (zhodnocení aktuálních hodnot) nebo off-line dat (zhodnocení výsledků za delší období odeslaných před kontrolou). Během komunikace s pacientem by měl být zhodnocen zdravotní stav pacienta a získaná data; výsledkem by měla být domluva na dalším léčebném postupu. Lékař pak může elektronicky pacientovi nasdílet e-recepty, doporučení (zprávu z vyšetření), edukační materiály apod. (Obr. 5). Vše by mělo být zaznamenáno ve zdravotnické dokumentaci. Ze studií vyplývá, že virtuální kontroly jsou zpravidla stejně časově náročné jako kontroly prezenční. Výhodami

virtuálních kontrol je jejich lepší časové plánování, jsou prostorově méně náročné a není třeba cestování pacientů, což v celkovém kontextu vede k ekonomickým úsporám. Naopak nevýhodami jsou možné přehlédnutí změny zdravotního stavu při chybějícím fyzickém vyšetření pacienta, nedostatečné předání informací pacientem, a tedy možné zanedbání péče. V řadě případů je proto aplikován hybridní model péče, kdy jsou virtuální kontroly střídány s kontrolami prezenčními a jsou tak spojeny výhody obou forem ve prospěch pacienta i zdravotnického systému (11). Určitým otazníkem je v současné době hrazení tohoto typu péče zdravotními pojišťovnami.

Telemedicína v péči o komplikace diabetu

Mezi pozdní následky diabetu patří mikro- (nephropatie, neuropatie a retinopatie) a makrovaskulární (ischemická choroba srdeční a dolních končetin, cévní mozkové příhody) komplikace diabetu. Kombinací obou typů postižení je pak syndrom diabetické nohy (SDN) (32).

Telemedicína se velmi dobře osvědčila nejen v kardiologii (diagnostika a monitorace arytmií na dálku apod.), ale i v diagnostice a léčbě diabetické retinopatie a syndromu diabetické nohy (33–35).

Každoroční fundoskopie u pacientů s diabetem mellitem je klíčová pro prevenci diabetické retinopatie. Vyšetření lze zaznamenat pomocí fotografie sítnice či teleretinálního videozáznamu. Ve Velké Británii, Singapuru i USA jsou dostupné automatické protokoly pro hodnocení digitálních fotografií sítnice, a to i za využití umělé inteligence k hodnocení zasláných snímků. V současné době jsou také dostupné mobilní aplikace pro fotografování sítnice, což umožňuje případné rozšíření možností tohoto vyšetření i do rozvojových zemí, kde je dostupnost oftalmologické péče nízká (36).

Zvýšená konektivita mezi lidmi prostřednictvím chytrých zařízení a sociálních sítí umožnila vývoj a implementaci telemedicínských programů i pro pacienty se SDN, a to jak možnost konzultace v rámci prevence, tak monitorace ran. Telemedicína může pomáhat při zlepšování komunikace se specialisty na péči o rány, při zlepšení přístupu k péči, k optimalizaci doporučení pacientům, ke snižování potřeby transportu do ambulancí a ke snížení nákladů na zdravotní péči. S tím úzce souvisí i zvýšení kvality péče a spokojenosti pacientů. Vzhledem k tomu, že některé rány se hojí mnoho měsíců a jsou trvale vystaveny riziku infekce a hrozí při nich amputace končetiny, je možné nahradit některé pravidelné návštěvy ambulance distanční kontrolou (37). Kromě toho se často uvádí, že jednou z příčin vysokého počtu amputací je neuspokojivá spolupráce mezi primární zdravotní péčí a specialisty na rány. To vede k opožděnému předávání pacientů se SDN na specializovaná pracoviště, což je častou příčinou nárůstu hospitalizací. K rozvoji telemedicíny v podiatrii přispěla pandemie covidu-19, která významně urychlila implementaci nových postupů do standardní péče i u pacientů se SDN (38). V současné době je telemedicína v podiatrii považována za efektivní jak v prevenci, tak léčbě SDN. Byla také prokázána její ekonomická výhodnost (39).

Limitace telemedicíny a doporučení pro praxi

Nejefektivnější se zdají být takové technologie, kdy dochází k co nejmenší interakci člověka s technologií, kdy je proces co nejvíce automatizovaný a pacient nebo zdravotník do něj nemusí příliš zasahovat: automatické změření veličiny (např. velikosti rány, zhodnocení její spodiny apod.),

Dexcom | G6®

Systém pro kontinuální monitorování hladiny glukózy Dexcom G6® poskytuje úplnější představu o vaší hladině glukózy přímo prostřednictvím vašeho telefonu!

JAK DEXCOM G6 FUNGUJE?



APLIKÁTOR

- Jednoduchý automatický aplikátor pro uložení senzoru těsně pod kůži



SENZOR

- Měří hladinu glykémie po dobu deseti dnů
- Voděodolné nositelné zařízení†



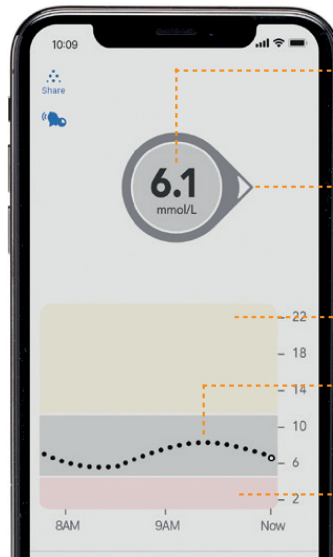
VYSÍLAČ

- Pripevněný k horní části senzoru
- Bezdrátově odesílá údaje do zobrazovacího zařízení
- Baterie s výdrží 3 měsíce



ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

- Přijímač Dexcom Receiver nebo kompatibilní chytré zařízení§



Aplikace Dexcom G6

Naměřená hodnota glykémie

Šipka ukazující trend

Hodnota pro výstrahu vysoké glykémie

Graf ukazující trend vývoje a aktuální hodnotu glykémie

Hodnota pro výstrahu nízké glykémie

DEXCOM G6 NABÍZÍ LEPŠÍ CHRANU, POHODLÍ A PŘIZPŮSOBIVOST NEŽ KDY PŘEDTÍM



HODNOTY V REÁLNÉM ČASE

Rychlá kontrola Vašeho chytrého telefonu nebo hodinek§ Vám i Vaším blízkým řekne, jaké jsou Vaše hodnoty glykémie, jaký vykazují trend a jak rychle se vyvíjejí, a tím Vám umožní na situaci reagovat.



VYNIKAJÍCÍ PŘESNOST

Díky naší vynikající přesnosti máte k dispozici spolehlivé výsledky, kterým můžete důvěřovat.¹



BEZ ODBĚRŮ Z BŘÍŠKA PRSTU

Užívejte si svobodu léčby diabetu BEZ* odběrů z bříška prstu a bez kalibrací i v případě rozhodování o léčbě diabetu.



VÝSTRAHY VYSOKÉ I NÍZKÉ GLYKÉMIE

Váš Dexcom G6 Vám umožňuje nastavit výstrahy tak, abyste vždy věděli, kdy se blíží vysoká nebo nízká glykémie



URGENTNÍ VÝSTRAHA BLÍŽÍCÍ SE NÍZKÉ GLYKÉMIE

Hodnoty glykémie někdy klesají rychle. Nová urgentní výstraha blízká se nízké glykémie u zařízení Dexcom G6 Vám poskytuje výstrahu nízké glykémie s 20-minutovým předstihem.



TENKÝ PROFIL ZAŘÍZENÍ

Nově přepracovaný vysílač má nyní tenčí profil. Je tenčí o 28 % než výrobek předchozí generace.



SDÍLENÍ ÚDAJŮ V REÁLNÉM ČASE

S Dexcom Share® můžete Vaše údaje o měření glykémie sdílet až s 5 sledujícími osobami.[†]



DEXCOM CLARITY

Sledujte trendy v CGM s Dexcom CLARITY® pro lepší léčbu diabetu.

* Pokud výstrahy týkající se hodnoty glykémie a načtené hodnoty z G6 neodpovídají Vaším příznakům nebo očekáváním, použijte před rozhodováním o další léčbě glukometr. | Odkazy: 1. Wadwa RP, Laffel LM, Shah VN, Garg SK. Accuracy of a Factory-Calibrated, Real-Time Continuous Glucose Monitoring System During 10 Days of Use in Youth and Adults with Diabetes (Přesnost systémů pro kontinuální monitorování glykémie kalibrovaných ve výrobě během 10 dnů užívání u mladistvých a dospělých pacientů s diabetem). Diabetes Technol Ther. 2018; 1 Pro sdílení dat je zapotřebí připojení k internetu. Sledování vyžaduje použití aplikace Follow. Sledující osoby by si vždy před rozhodováním o další léčbě měly načtené hodnoty potvrdit podle aplikace Dexcom G6® nebo přijímače Dexcom. † Senzor i vysílač Dexcom G6 jsou voděodolné a pokud jsou správně instalovány, mohou bez poruchy zůstat ponořeny v hloubce 2,5 metru až po dobu 24 hodin. § Seznam kompatibilních zařízení najdete na www.dexcom.com/compatibility.

Obr. 5. Příklad edukačního materiálu pro pacienty: Virtuální kontrola v podiatrické ambulanci s instrukcí správného focení nohy a komunikace s podiatrickou ambulancí

Co to je?

Virtuální kontrola neboli kontrola na dálku je novou možností sledování v podiatrické ambulanci IKEM. Vaše návštěva v podiatrické ambulanci nebude probíhat za Vaší fyzické přítomnosti, ale bude provedena lékařem distančně, to znamená telefonicky či videohovorem po zaslání Vaší fotodokumentace.

Pro koho je tento typ návštěvy vhodný?

Tento typ návštěvy je vhodný pro pacienty s chronickými stabilními defekty, pro pacienty s nekomplikovanou Charcotovou nohou. Tento typ konzultace lze také využít v případě, že si nejste jisti zhoršením nálezu na noze a potřebujete se domluvit stran dalšího postupu.

Jak probíhá virtuální kontrola?

1. Vyfoťte nohu

- ve stanovený termín nebo v případě zhoršení nálezu na noze kdykoliv
- návod na focení je na druhé straně tohoto listu
- fotit můžete sami nebo prosím požádejte někoho z rodiny, případně pracovníka z domácí péče

2. Pošlete fotodokumentaci

- nejlépe e-mailem
- pomůžete nám, když máte podepsaný souhlas s elektronickou komunikací
- fotky posílejte, prosím, nejlépe jeden den předem tak, abychom je mohli zpracovat

3. Kontakt s lékařem

- po zaslání fotek se s Vámi spojíme telefonicky či videohovorem dle Vaší preference
- sledujte a lékař sdělí případné známky infekce (hnis v ráně, zvýšenou bolestivost, zarudnutí, otok, zápach, či zvýšenou tělesnou teplotu)

4. Samotná kontrola

- společně zhodnotíme nálezu na nohou
- domluvíme další postup - termín kontroly a její formu
- pokud bude potřeba, pošleme Vám elektronický recept

Jak správně vyfotit nohu

1. Nebojte se fotit

- i lehce rozmazaná fotka je lepší než žádná
- fotky nemusíte nikterak upravovat

2. Vyfoťte obě nohy z obou stran

- nártu většinou zvládnete sami, s ploskami budete potřebovat pomoc

3. Vyfoťte všechny defekty

- pokud přiložíte měřítko, bude to skvělé!

4. Vyberte reprezentativní fotky

- pokud se Vám fotka nelíbí, vyfoťte znovu
- není třeba posílat vše, co jste vyfotili, stačí vybrat takové fotky, které nejlépe vystihují současný stav

Hodně štěstí při focení a mnoho pěkných snímků!

Nezapomeňte poslat na: foto.podia@ikem.cz

automatické odeslání do cloudového úložiště, automatické zpracování dat, předložení výsledku k hodnocení zdravotnickému personálu. Dalším aspektem je dostupnost technologií pro personál a jeho dostatečné proškolení. Řada studií i technologických inovací „skončila“ kvůli nedostatečnému proškolení personálu i pacientů v práci s danou technologií, přičemž vhodně nastavené procesy nakonec vedly ke kýženému výsledku (22).

Jedním s nejčastějších problémů telemedicíny je velké množství komunikačních kanálů, zařízení a technologií, přičemž následně dochází k přehlcení daty. V tomto ohledu je zásadní systematizace postupů v rámci organizace zdravotnictví, a tedy i jednotlivých zdravotnických zařízení. Důležité je také personální zajištění a stanovení kompetencí. Ideální je zajistit jeden centrální informační kanál pro komunikaci – např. patientskou aplikaci, ve které pacient uspokojí veškeré své požadavky (od stažení lékařské zprávy, zobrazení výsledků vyšetření, podání žádosti o e-recept, zaslání dat ze senzoru před kontrolou u diabetologa, změna termínu kontroly apod.).

Významnou oblastí pro diskuzi o limitacích telemedicíny jsou tzv. „křehké skupiny pacientů“. Jedná se zejména o starší, mentálně hendikepované pacienty, lidi v odlehklých oblastech s malou dostupností

lékařské péče apod. U těchto pacientů je třeba individuálně posoudit schopnosti technologie zvládat a případně zajistit jiný způsob péče (40).

Na závěr je třeba také zdůraznit, že žádná technologie nemůže plnohodnotně nahradit klinické vyšetření, proto je třeba v případě nejasností vždy zajistit osobní kontakt mezi nemocným a zdravotníkem.

V současné době je telemedicína v diabetologii již rozšířena velmi hojně i z důvodu pandemie covidu-19 (30, 38), která významně přispěla k implementaci telemedicínských metod do managementu péče o pacienty s diabetem. Ta je v současné době v jednotlivých segmentech na různé úrovni, je třeba tak do budoucna určitá systematizace, nastavení postupů, včetně úhrady tohoto typu péče zdravotními pojišťovnami.

Závěr

Moderní technologie, všudypřítomný přístup k internetu, významné pokroky v oblasti umělé inteligence a hledání nových řešení mohou při správném použití vést ke zlepšení zdravotní péče i spokojenosti pacientů. Poskytování péče prostřednictvím telemedicíny je spolehlivé a srovnatelně efektivní jako u fyzických kontrol pacientů v ambulanci. Telemedicína v diabetologii umožňuje významně

rozšířit možnosti péče o pacienty s diabetem a jeho komplikacemi, vede k přesvědčivému zlepšení kompenzace diabetu a ke zlepšení selfmonitoringu pacientů s diabetem. Pozitivní účinek telemedicíny závisí na správném nastavení procesů přenosu a zpracování dat, ale také na edukaci všech zúčastněných. Telemedicina podporuje zapo-

jení pacientů, ale i dalších zdravotníků do managementu diabetu, zlepšuje koordinaci péče a zefektivňuje komunikaci mezi pacienty a zdravotníky.

Podpořeno MZ ČR – RVO („Institut klinické a experimentální medicíny – IKEM, IČ 00023001“).

LITERATURA

1. Chan JCN, Lim LL, Wareham NJ, Shaw JE, Orchard TJ, Zhang P et al. The Lancet Commission on diabetes: using data to transform diabetes care and patient lives. *Lancet*. 2021;396(10267):2019-82.
2. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium: 2021. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>
3. Borries TM, Dunbar A, Bhukhan A, Rismay J, Kilham J, Feinn R et al. The impact of telemedicine on patient self-management processes and clinical outcomes for patients with Types I or II Diabetes Mellitus in the United States: A scoping review. *Diabetes Metab Syndr*. 2019;13(2):1353-7.
4. McDonnell ME. Telemedicine in Complex Diabetes Management. *Curr Diab Rep*. 2018;18(7):42.
5. Shan R, Sarkar S, Martin SS. Digital health technology and mobile devices for the management of diabetes mellitus: state of the art. *Diabetologia*. 2019;62(6):877-87.
6. Hanlon P, Daines L, Campbell C, McKinsty B, Weller D, Pinnock H. Telehealth Interventions to Support Self-Management of Long-Term Conditions: A Systematic Metareview of Diabetes, Heart Failure, Asthma, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, and Cancer. *J Med Internet Res*. 2017;19(5):e172.
7. Fagherazzi G, Ravaud P. Digital diabetes: Perspectives for diabetes prevention, management and research. *Diabetes Metab*. 2019;45(4):322-9.
8. Andres E, Meyer L, Zulfiqar AA, Hajjam M, Talha S, Bahoune T et al. Telemonitoring in diabetes: evolution of concepts and technologies, with a focus on results of the more recent studies. *J Med Life*. 2019;12(3):203-14.
9. Greenwood DA, Gee PM, Fatkin KJ, Peeple MA. Systematic Review of Reviews Evaluating Technology-Enabled Diabetes Self-Management Education and Support. *J Diabetes Sci Technol*. 2017;11(5):1015-27.
10. Garg S, Norman GJ. Impact of COVID-19 on Health Economics and Technology of Diabetes Care: Use Cases of Real-Time Continuous Glucose Monitoring to Transform Health Care During a Global Pandemic. *Diabetes Technol Ther*. 2021;23(5):S15-S20.
11. Nguyen OT, Alishahi Tabriz A, Huo J, Hanna K, Shea CM, Turner K. Impact of Asynchronous Electronic Communication-Based Visits on Clinical Outcomes and Health Care Delivery: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2021;23(5):e27531.
12. Heinemann L, Schnell O, Gehr B, Schloot NC, Gorgens SW, Gorgen C. Digital Diabetes Management: A Literature Review of Smart Insulin Pens. *J Diabetes Sci Technol*. 2021;1932296820983863.
13. Klonoff DC, Ahn D, Drincic A. Continuous glucose monitoring: A review of the technology and clinical use. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017;133:178-92.
14. Wood A, O'Neal D, Furler J, Ekinci EI. Continuous glucose monitoring: a review of the evidence, opportunities for future use and ongoing challenges. *Intern Med J*. 2018;48(5):499-508.
15. Ang E, Lee ZX, Moore S, Nana M. Flash glucose monitoring (FGM): A clinical review on glycaemic outcomes and impact on quality of life. *J Diabetes Complications*. 2020;34(6):107559.
16. Ceriello A, Prattichizzo F, Phillip M, Hirsch IB, Mathieu C, Battelino T. Glycaemic management in diabetes: old and new approaches. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2022;10(1):75-84.
17. Eberle C, Stichling S. Telemetric Interventions Offer New Opportunities for Managing Type 1 Diabetes Mellitus: Systematic Meta-review. *JMIR Diabetes*. 2021;6(1):e20270.
18. Boughton CK, Hovorka R. New closed-loop insulin systems. *Diabetologia*. 2021;64(5):1007-15.
19. Eberle C, Lohner M, Stichling S. Effectiveness of Disease-Specific mHealth Apps in Patients With Diabetes Mellitus: Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2021;9(2):e23477.
20. Timpel P, Oswald S, Schwarz PEH, Harst L. Mapping the Evidence on the Effectiveness of Telemedicine Interventions in Diabetes, Dyslipidemia, and Hypertension: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *J Med Internet Res*. 2020;22(3):e16791.
21. Zhang B. Expert Consensus on Telemedicine Management of Diabetes (2020 Edition). *Int J Endocrinol*. 2021;2021:6643491.
22. Eze ND, Mateus C, Cravo Oliveira Hashiguchi T. Telemedicine in the OECD: An umbrella review of clinical and cost-effectiveness, patient experience and implementation. *PLoS One*. 2020;15(8):e0237585.
23. Eberle C, Stichling S. Effects of Telemetric Interventions on Maternal and Fetal or Neonatal Outcomes in Gestational Diabetes: Systematic Meta-Review. *JMIR Diabetes*. 2021;6(3):e24284.
24. Eberle C, Stichling S. Effect of Telemetric Interventions on Glycated Hemoglobin A1c and Management of Type 2 Diabetes Mellitus: Systematic Meta-Review. *J Med Internet Res*. 2021;23(2):e23252.
25. Hu Y, Wen X, Wang F, Yang D, Liu S, Li P et al. Effect of telemedicine intervention on hypoglycaemia in diabetes patients: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *J Telemed Telecare*. 2019;25(7):402-13.
26. Snorgaard O, Poulsen GM, Andersen HK, Astrup A. Systematic review and meta-analysis of dietary carbohydrate restriction in patients with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2017;5(1):e000354.
27. Pai LW, Li TC, Hwu YJ, Chang SC, Chen LL, Chang PY. The effectiveness of regular leisure-time physical activities on long-term glycemic control in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract*. 2016;113:77-85.
28. Sherifali D, Nerenberg K, Pullenayegum E, Cheng JE, Gerstein HC. The effect of oral antidiabetic agents on A1C levels: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*. 2010;33(8):1859-64.
29. Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. *Lancet*. 1998;352(9131):854-65.
30. Danne T, Limbert C, Puig Domingo M, Del Prato S, Renard E, Choudhary P et al. Telemonitoring, Telemedicine and Time in Range During the Pandemic: Paradigm Change for Diabetes Risk Management in the Post-COVID Future. *Diabetes Ther*. 2021;12(9):2289-310.
31. Yaron M, Sher B, Sorek D, Shomer M, Levek N, Schiller T et al. A randomized controlled trial comparing a telemedicine therapeutic intervention with routine care in adults with type 1 diabetes mellitus treated by insulin pumps. *Acta Diabetol*. 2019;56(6):667-73.
32. Schlesinger S, Neuenschwander M, Barbaresco J, Lang A, Maalmi H, Rathmann W et al. Prediabetes and risk of mortality, diabetes-related complications and comorbidities: umbrella review of meta-analyses of prospective studies. *Diabetologia*. 2022;65(2):275-85.
33. Mishra K, Edwards B. Cardiac Outpatient Care in a Digital Age: Remote Cardiology Clinic Visits in the Era of COVID-19. *Curr Cardiol Rep*. 2022.
34. Li JO, Liu H, Ting DSJ, Jeon S, Chan RVP, Kim JE et al. Digital technology, tele-medicine and artificial intelligence in ophthalmology: A global perspective. *Prog Retin Eye Res*. 2021;82:100900.
35. Chen L, Cheng L, Gao W, Chen D, Wang C, Ran X. Telemedicine in Chronic Wound Management: Systematic Review And Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020;8(6):e15574.
36. Olivia NU, Happiness UC, Obinna OM. Protective effect of *Cnidioscolus aconitifolius* leaves against diclofenac-induced gastric mucosal damage. *Pak J Pharm Sci*. 2020;33(2):651-7.
37. Tchero H, Noubou L, Becsangele B, Mukisi-Mukaza M, Retali GR, Rusch E. Telemedicine in Diabetic Foot Care: A Systematic Literature Review of Interventions and Meta-analysis of Controlled Trials. *Int J Low Extrem Wounds*. 2017;16(4):274-83.
38. Lipscomb D, Smith AS, Adamson S, Rezazadeh EM. Diabetic foot ulceration in COVID-19 lockdown: cause for concern or unexpected benefit? *Diabet Med*. 2020;37(8):1409-10.
39. Fasterholdt I, Gerstrom M, Rasmussen BSB, Yderstraede KB, Kidholm K, Pedersen KM. Cost-effectiveness of telemonitoring of diabetic foot ulcer patients. *Health Informatics J*. 2018;24(3):245-58.
40. Appuswamy AV, Desimone ME. Managing Diabetes in Hard to Reach Populations: A Review of Telehealth Interventions. *Curr Diab Rep*. 2020;20(7):28.