

LÉČBA DIABETU INZULINOVOU PUMPOU

doc. MUDr. Alexandra Jirkovská, CSc.

Centrum diabetologie IKEM Praha

Práce pojednává o současném pohledu na léčbu kontinuální infuzí inzulínu (inzulinovou pumpou). Kontrolované studie prokazují, že léčba inzulinovou pumpou u většiny pacientů vede k mírnému zlepšení glykémie a glykovaného hemoglobinu při srovnání s více dávkami inzulínu. Hlavními riziky léčby inzulinovou pumpou mohou být ketoacidóza a kanylová infekce a v některých studiích i váhový přírůstek. Léčba inzulinovou pumpou vede zejména ke zlepšení nočních a ranních glykemií. Automatická regulace bazálních dávek zabraňuje rannímu vzestupu glykémie (dawn fenoménu). Těžké hypoglykémie jsou méně časté než při léčbě více dávkami inzulínu. Léčbu inzulinovou pumpou indikuje podle doporučení České diabetologické společnosti diabetologické centrum u pacientů, u nichž nelze dosáhnout dobré kompenzace ani více dávkami inzulínu. Zdůrazňuje se, že lékaři nemají automaticky předepisovat léčbu inzulinovou pumpou u všech pacientů, kteří si ji přejí nebo kteří jsou špatně kompenzováni. Je racionální vybrat ty pacienty, kteří mohou mít z léčby pumpou skutečný užitek. Úspěšná léčba pumpou vyžaduje od pacienta především motivaci a dobrou spolupráci se zdravotníky, častý selfmonitoring a orientaci v dietě.

Klíčová slova: diabetes mellitus, inzulinová pumpa, subkutánní kontinuální inzulinová infuze (CSII).

TREATMENT OF DIABETES BY INSULIN PUMP

The reviews discuss the up-to date view of continuous subcutaneous insulin infusion (insulin pump) therapy. Controlled trials show that, in most patients, blood glucose concentrations and glycated hemoglobin are slightly lower on insulin pump versus multiple insulin injections. The main risks of insulin pump therapy are diabetic ketoacidosis and cannula infections, some studies shows slightly increased weight gain. Nocturnal glycaemic control and morning glycaemia are improved. Automatic basal rate changes help to minimize a prebreakfast blood glucose increase (the dawn phenomenon). Severe hypoglycaemia is markedly less frequent than during multiple dose insulin therapy. The insulin pump treatment is indicated according to the consensus guidelines of the Czech Diabetes Society by the diabetes centre in the patients with poor diabetes control in spite of they are treated by multiple injections. It is emphasizes the point that the physicians should not automatically prescribe insulin pumps because a patient's request it or glucose control is not optimal. It is reasonable to select the diabetic patients who will really benefit from pump usage. Success with insulin pump treatment requires above all motivation and good compliance with health care providers, frequent glucose monitoring and orientation in diet.

Key words: diabetes, insulin pump, continuous subcutaneous insulin infusion (CSII).

Základní charakteristika léčby inzulinovou pumpou

Kontinuální subkutánní léčba inzulínem (CSII), neboli též léčba inzulinovou pumpou, byla zavedena do praxe v sedmdesátých letech minulého století (1). Inzulinová pumpa je přístroj, který umožňuje zatím nejpřirozenější způsob „zevního“ podávání inzulínu. Z dostupných inzulinových režimů napodobuje nejlépe fyziologickou sekreci inzulínu. Při léčbě inzulinovou pumpou ale při subkutánním zavedení kanyly přechází inzulín do cirkulace aniž by procházel nejprve játry, jak je tomu fyziologicky při sekreci inzulínu do portálního řečiště. Játra za fyziologických podmínek odstraňují až 50 % inzulínu a snižují tak expozici periferních tkání.

V současné době je ve světě léčeno inzulinovou pumpou více než 200 000 pacientů s diabetem, většina z nich (více než 130 000) je léčena v USA (podle údajů na webové adrese www.geocities.com z roku 2002). Česká republika patří k zemím, kde se tato léčba úspěšně rozvíjí, a to především v diabetologických centrech, která jsou rozšířena ve větších městech po celé republice. V roce 2002 bylo podle údajů Ústavu zdravotnických

informací a statistiky v České republice 102 297 diabetiků léčených inzulínem, z toho 1–2 dávkami inzulínu (tzv. konvenční léčbou) 48 272 (47 %) osob, 3 a více dávkami inzulínu (tzv. intenzifikovanou léčbou) 52 569 (51,5 %) osob a inzulinovou pumpou 1 456 (1,5 %) osob.

Moderní inzulinová pumpa je elektronický přístroj velikosti šekové karty vážící kolem 100 g, který se nosí ve speciálním pouzdře na opasku nebo v kapse od košile či kalhot nebo ve spodním prádle. Příklady u nás nejčastěji používaných inzulinových pump ukazují obrázky 1 a 2. Na pumpu se napojuje tenká

hadička s kanylou, která je ukončena tenkou kovovou jehlou nebo je teflonová s kovovým mandrénem. Zavádí se do podkoží břicha, paže, hýždí nebo stehna. Přehled pump dostupných v současnosti na našem trhu uvádí tabulka 1.

Hlavní výhody léčby inzulinovou pumpou spočívají v možnosti jemného kontinuálního dávkování inzulínu (2–4). Za normálních okolností se z břišní slinivky uvolňuje inzulín v malých množstvích během celého dne (tzv. pulzní sekrece), protože glykémie musí být poměrně stálá i v době klidu a nalačno, kdy si tělo vyrábí cukr z vlastních tělesných zásob. Podobně

Obrázek 1. Inzulinová pumpa H-TRON plus V-100



Obrázek 2. Inzulinová pumpa MINIMED 508



funguje i inzulinová pumpa, která v určitých intervalech vydává do podkoží mikrodávky inzulínu podle toho, jak do ní naprogramujeme tzv. bazální dávku inzulínu v množství jednotek za hodinu. Bazální dávka se dá na rozdíl od

píchaného inzulínu regulovat velmi jemně, většinou po 0,1 jednotky za hodinu (většina inzulínových per nebo stříkaček dává inzulín po jedné jednotce). Jemné dávkování inzulínu inzulinovou pumpou umožňuje v některých pří-

padech **předcházet těžkým hypoglykemiím**, které vedou ke zmatenosti pacienta až k bezvědomí. Další výhodou programování bazální dávky inzulínu hodinu od hodiny je to, že **lze předcházet rannímu vzestupu glykémie**, tzv. fenoménu úsvitu (dawn fenoménu). Ranní vzestup glykémie často nelze dobře ovlivnit večerní injekcí inzulínu, a to ani tehdy, je-li aplikována těsně před spaním. Večerní injekce inzulínu nemusí působit až do rána dostatečně silně a nezabrání ranní hyperglykémii, která je důsledkem větší tvorby cukru v těle k ránu pod vlivem hormonálních cyklů. Přidá-li se inzulín na noc v injekci tak, aby „dotáhl“ do rána, může způsobit nebezpečný noční pokles glykémie až s bezvědomím. Pumpou lze naprogramovat automatický vzestup bazální dávky k ránu podle toho, jak je třeba, aby se udržela dobrá glykémie. Nehrozí přitom noční hypoglykémie jako po injekci, protože dávka během noci se zvyšovat nemusí.

Inzulinovou pumpou je možné ovlivnit dobře i vzestup glykémie po jídle, a to aplikací tzv. **bolusových dávek inzulínu** před jídlem. Stačí stisknout podle návodu příslušný ovladač a pumpa vydá v krátké době naprogramovanou dávku inzulínu. U nejnovějších typů pump je možné také aplikovat rozložený bolus buďto do bifázické vlny napodobující časnou a pozdní fyziologickou postprandiální sekreci nebo bolus rozložený do delšího časového úseku umožňující snížení postprandiální glykémie až po dobu 4 hodin po jídle. **Dieta se může při léčbě inzulinovou pumpou uvolnit, a to především z hlediska časů jídel.** Právě stálá aplikace inzulínu bazálním dávkováním umožňuje posunout jídlo tak, jak to pacient potřebuje, případně i vynechat některá jídla (např. svačiny). Podobně může být pumpa **výhodná i při fyzické aktivitě**, kdy je možné výrazně snížit bazální dodávku inzulínu nebo léčbu pumpou na chvíli úplně přerušit. Opatrnosti je ale třeba u vodních sportů a u sportů, při nichž dochází k fyzickému kontaktu.

Tabulka 1. Přehled inzulinových pump dostupných v České republice (upraveno podle R. Kožnarové, IKEM Praha)

Název	Výrobce	Charakteristika
H-TRON plus V-100	Disetronic	- dvě pumpy v sadě - bazální dávkování programovatelné na 24 hodin v 1hodinových intervalech - dočasná změna bazální dávky (např. sport) - bolusy po 0,5 IU - možnost rozložení bolusu - akustické alarmy
D-TRON plus	Disetronic	- používá cartridge Humalogu o obsahu 3,0 ml (užívané do inzulinových per) - možnost nastavení 2 různých bazálních profilů (např. pracovní den / víkend) - dočasná změna bazální dávky (např. sport) - krok bolusu od 0,1 do 1 IU - možnost rozložení bolusu - akustický a vibrační alarm - vodotěsná - infračervený port pro přenos dat do PC
MINIMED 507c	Minimed	- koncentrace použitého inzulínu programovatelná na pumpě - bazální dávkování programovatelné v 12 časových pásmech - bolusy po 0,1 IU - možnost rozložení bolusu - akustické alarmy
MINIMED 508	Minimed	- programování bazální dávky v 30minutových intervalech - možnost nastavení 3 typů bazálního režimu - bolusy po 0,1 IU/h - možnost rozložení bolusu - akustický a vibrační alarm - dálkové ovládání (volitelné)
MINIMED 511 (Paradigm)	Minimed	- programování bazální dávky v 30minutových intervalech - možnost nastavení 3 typů bazálního režimu - bolusy po 0,1 IU/h - možnost rozložení bolusu - akustický a vibrační alarm - dálkové ovládání (volitelné)
ANIMAS	Animas	- bazální dávkování programovatelné v 12 časových pásmech - možnost nastavení 4 typů bazálního režimu - bolusy po 0,1 IU - možnost rozložení bolusu - akustické alarmy

Tabulka 2. Cíle pro dobrou kompenzaci diabetu podle standard České diabetologické společnosti

Parametr	Kompenzace výborná	Kompenzace uspokojivá	Kompenzace neuspokojivá
Glykémie nalačno (mmol/l)	4,0–6,0	6,0–7,0	>7,0
Glykémie za 1–2 hodiny po jídle (mmol/l)	5,0–7,5	7,5–9,0	>9,0
HbA1c (%)	<6,5	6,5–7,5	>7,5
Dle IFCC (od 1. 1. 2004)	<4,5	4,5–6,0	>6
Cholesterol (mmol/l)	<4,5	4,5–5,0	>5,0
Triglyceridy (mmol/l)	<1,7	1,7–2,0	>2,0
LDL-cholesterol (mmol/l)	<2,6	2,6–3,0	>3,0
HDL-cholesterol (mmol/l)	>1,1	1,1–0,9	<0,9
Index hmotnosti BMI (kg/m ²)	Muži 21–25 Ženy 20–24	25–27 24–26	>27 >26
Krevní tlak (mmHg)	<130/80	–	>130/80

Srovnání léčby inzulinovými pumpami s jinými inzulinovými režimy ve studiích

Cílem léčby diabetu je dosáhnout co nejlepší kompenzace diabetu bez těžkých hypoglykemií nebo hyperglykemií a bez podstatného omezení běžného života pacienta. Dobře vyrovnaný diabetes může předcházet rozvoji pozdních komplikací diabetu, jak prokázala např. známá studie The Diabetes Control and Complications Trial – DCCT (5). V současné době doporučuje Česká diabetologická společnost následující kritéria pro dobrou kompenzaci diabetu (tabulka 2). Tato kritéria platí pro jakýkoli druh léčby diabetu, avšak s přihlédnutím k individuálním potře-

bám pacienta a individuálnímu zhodnocení prospěchu a rizika intenzifikované léčby. Např. pacient ve stadiu značně pokročilých mikroangiopatických komplikací bude mít individuální cíle léčby odlišné od pacienta s prognózou délky života, která může vést k rozvoji komplikací. Podobně pacient s rizikem těžkých hypoglykemií nebo pacient po akutní cévní mozkové příhodě či s nestabilní anginou pectoris nebude pravděpodobně léčen podle přísných kritérií. Naopak pacienti s tzv. „lehkým“ diabetem by měli být posuzováni komplexně a ne pouze podle ranní glykémie nebo subjektivních pocitů. Právě tyto pacienti mohou být ohroženi např. rozvojem těžké diabetické neuropatie a syndromu diabetické nohy, pokud např. jejich glykovaný hemoglobin dlouhodobě nesplňuje níže uvedená kritéria nebo dochází k postprandiálním vzestupům glykemií. Výjimkou proto není nasazení inzulínové pumpy i u těchto pacientů, nelze-li dosáhnout jinak dobré kompenzace.

Studie srovnávající nejruznější inzulínové režimy většinou posuzují možnosti dosáhnout optimální kompenzace diabetu bez těžkých hypoglykemií. Výsledky léčby inzulínovou pumpou na začátku osmdesátých let minulého století byly o něco horší než v současnosti. Příčinou bylo především to, že první pumpy nebyly vybaveny alarmem pro nízké napětí baterií nebo pro přetlak v kanyli při jejím ucpávání a také nebylo možné automaticky měnit bazální dodávku inzulínu.

Také inzulín nebyl zpočátku pufovaný na neutrální pH a častěji se jím ucpávaly kanyly než v pozdějších letech.

Jedna z posledních velkých metaanalýz 12 randomizovaných kontrolovaných studií z let 1975–2000 publikovaná v British Medical Journal v březnu 2002 srovnávala 301 pacientů s diabetem 1. typu na inzulínové pumpě s 299 pacienty léčenými inzulínovými injekcemi po dobu 2,5–24 měsíců (6). Výsledky se dají aplikovat na pacienty s diabetem 1. typu s výjimkou pacientů s těžší nefropatií, kteří nebyli do studie zařazeni. Při srovnání obou režimů v metaanalýze studií byla při léčbě pumpou zjištěna nižší průměrná glykémie (standardizovaný průměrný rozdíl byl 0,56, což odpovídalo snížení glykémie o 1 mmol/l), a nižší glykovaný hemoglobin (standardizovaný průměrný rozdíl 0,44, což odpovídalo snížení HbA_{1c} o 0,51 %). Léčba pumpou vedla i ke snížení dávky inzulínu v průměru o 14 %, což odpovídalo 7,6 jednotkám za den. Výsledky jednotlivých studií se podstatně nelišily, i když v nich byly použity různé inzulínové režimy. Jediným faktorem, který měl vliv na výsledky srovnání léčby pumpou a intenzifikovaným režimem, byla delší doba trvání studií, která vedla k větším změnám v kompenzaci diabetu

a k menším změnám v rozdílech v dávkách inzulínu. Autoři metaanalýzy uzavírají, že i toto poměrně malé zlepšení kompenzace diabetu může vést ke snížení mikroangiopatických komplikací, jak vyplývá např. z výsledků DCCT studie. Analýza výsledků této studie totiž ukázala, že neexistuje práh pro glykovaný hemoglobin, pod kterým by již nebylo žádné riziko progresu mikroangiopatických komplikací diabetu (8). Každé snížení glykovaného hemoglobinu proto snižuje i riziko komplikací.

V jedné ze studií srovnávajících použití novějšího typu inzulínu – tzv. lispro (Humalogu) s velmi krátkým účinkem v dávkovací inzulínu a v inzulínové pumpě se ukázalo výhodnější používat tento analog lidského inzulínu v inzulínové pumpě: při léčbě pumpou byl standardizovaný průměrný rozdíl jak glykémie (0,30), tak glykovaného hemoglobinu (0,37) ve prospěch lispro v pumpě (7).

Výhodou léčby inzulínovou pumpou mohou být i menší oscilace glykemií (6), které mohou mít vztah k menší variabilitě v absorpci subkutánního inzulínu (9).

Rizika při léčbě inzulínovou pumpou

Při léčbě inzulínovou pumpou může dojít k zánícení kůže v okolí kanyly, náhlému vzestupu glykémie až ketoacidóze, přírůstku hmotnosti a k hypoglykemiím, které ale většinou nebývají těžké (2). Infekce v místě zavedení kanyly patří k nejčastějším problémům, proto je třeba kanyly zavádět pečlivě po vydezinfikování kůže a měnit je po několika dnech. Důležité je pravidelně měřit glykémie, protože špatná průchodnost kanyly může způsobit jejich náhlý vzestup.

Zvýšení hmotnosti při léčbě pumpou může být důsledkem poměrně snadného „dopichování“ inzulínu zavedenou kanylou s cílem dosáhnout co nejlepší glykémie. Nemusí k němu ale vůbec docházet, naopak je možné při léčbě pumpou držet redukční dietu a zhubnout.

Hypoglykémie jsou jak při léčbě pumpou, tak i více dávkami inzulínu poměrně častou záležitostí a někdy jsou považovány za průvodní jev intenzifikované léčby inzulínem. Obvykle se je daří dobře zvládat zavedením přiměřené dávky sacharidů, je třeba se ale vyvarovat situací, kdy by mohly pacienta poškodit (např. při řízení auta). Výskyt těžkých hypoglykemií byl v DCCT studii stejně častý při obou typech intenzivní léčby inzulínem – při léčbě inzulínovou pumpou i při léčbě více dávkami inzulínu. Hypoglykémie při intenzivní léčbě inzulínem byly 2,8× častější než při konvenční léčbě inzulínem – 0,54 vs. 0,19 příhod na rok léčby pacienta (13). Frekvence hypoglykemií v DCCT studii ale byla nezvykle vysoká ve srovnání s jinými studiemi, které dosahovaly

obdobné kompenzace diabetu. Např. ve studii Bendinga (14) se vyskytlo hypoglykemické kóma pouze u třetiny pacientů léčených CSII ve srovnání s pacienty léčenými více dávkami inzulínu. V jiné studii (15) byla frekvence hypoglykemií u adolescentů léčeným pumpou 0,24 příhod na rok léčby pacienta, což je podstatně méně než v DCCT. Hypoglykémie při léčbě pumpou byly v této studii o 50 % méně časté než při léčbě více dávkami inzulínu, i když byl glykovaný hemoglobin nižší (7,5 vs. 8,3 %).

Naproti tomu ketoacidózy představují stále při léčbě pumpou závažný problém (16). K rychlému vzestupu glykémie dochází při přerušení dodávky inzulínu pumpou do těla proto, že v podkoží nejsou zásoby inzulínu jako při píchání injekcí. Ke ketoacidózám při léčbě pumpou může docházet především u nedostatečně edukovaných pacientů, ale také u nespolečupracujících pacientů či u pacientů s velkými výkyvy glykémie (brittle diabetes). Diabetes bývá labilní často z psychických důvodů, ketoacidóza může vzniknout také při ucpávání kanyly nebo při její dislokaci (2). Pacienti mohou být na pumpě špatně kompenzováni také při nedostatečné zkušenosti ošetřujícího lékaře, při použití starších pump bez dostatečně citlivých alarmů nebo při srážení inzulínu v kanyli (10). Pacient musí vědět, že má při náhlém vzestupu glykémie přepíchnout novou kanylu na jiné místo, přidat bolusovou dávku inzulínu a znovu se do hodiny změřit a pokud glykémie uspokojivě neklesá, začít podávat inzulín dávkovačem nebo stříkačkou. Pokud ani potom glykémie neklesá nebo pokud má v moči větší množství acetonu či pocituje větší nevolnost nebo malátnost, musí co nejdříve vyhledat pomoc lékaře. Neměl by zapomínat dostatečně pít, aby nedocházelo k závažné dehydrataci.

Indikace a kontraindikace léčby inzulínovou pumpou

Výsledky metaanalýzy řady studií vedou k závěrům, že léčba inzulínovou pumpou má být rezervována především pro pacienty s nepředvídatelnými těžšími hypoglykemiemi nebo s velkým ranním vzestupem glykémie (dawn fenoménem), které nelze zvládnout ani intenzivní léčbou více dávkami inzulínu (10).

Léčbu inzulínovou pumpou indikuje u nás podle doporučení České diabetologické společnosti diabetologické centrum u pacientů, kteří nejsou dobře kompenzováni ani více dávkami inzulínu. Další podmínkou úspěšné léčby je dobrá spolupráce se zdravotníky a zajištění trvalého kontaktu se zdravotnickým zařízením ovládajícím inzulínové pumpy (2). Za zvláště vhodnou (2, 10) považujeme léčbu inzulínovou pumpou u neuspokojivě vyrovnaných diabetiků, kteří mají těžké hypoglykémie nebo dawn

fenomén, počínající komplikace diabetu, jsou po izolované transplantaci ledviny, mají nově zjištěný diabetes 1. typu a pumpa může ovlivnit delší zachování vlastní sekrece inzulínu a vést k menší labilitě diabetu (11). Léčba inzulinovou pumpou může být vhodná i u těhotných diabetiček, je však nutné zajistit častý selfmonitoring i v noci, kdy může docházet k hypoglykemiím.

U pacientů dlouhodobě špatně kompenzovaných (např. s glykovaným hemoglobinem nad 12 %) a se závažnější retinopatií je nutné snižovat glykémie pomalu, aby nedocházelo k hypoglykemiím a k dalšímu poškození zraku, které může být i trvalé (12).

Při léčbě inzulinovou pumpou se nemusejí zlepšit pacienti, kteří mají velmi labilní cukrovku (pro kterou musejí být opakovaně přijímáni do nemocnice nebo být na nemocenské či nenavštěvují školu) a kteří mají časté ketoacidózy a inzulinovou rezistenci (10). Příčinou rozkolísání cukrovky u nich bývají psychické a sociální problémy, a to zejména v mladším věku. Tito pacienti mohou manipulovat s léčbou, což se obtížně prokazuje. Např. mohou ředit inzulin, odstraňovat nebo špatně zakládat baterie nebo špatně zacházet s kanyly (17).

Léčba inzulinovou pumpou je kontraindikována u pacientů se závažným psychiat-

Tabulka 3. Srovnání výhod a nevýhod léčby inzulinovou pumpou a více dávkami inzulínu (18)

Parametr	Více dávek inzulínu	Inzulinová pumpa
Cena léčby	+	++++
Flexibilita životního stylu	++	++
Technická náročnost	+	+++
Komplikace léčby	+	++
Normalizace glykémie	+++	++++
Snížení kolísání glykemií	+	+++

rickým onemocněním a u pacientů závislých na drogách nebo alkoholu (2). Nevhodná je léčba pumpou také pro pacienty, kteří ji ani po opakovaném poučení a praktických ukázkách zkusit nechtějí nebo nejsou ochotni si často měřit glykémie. Pokud pacienti pumpu nechtějí pro obavy z „cizího tělesa“ na těle a tato léčba je pro ně vhodná, je nutné je nejprve poučit, že pocit cizího tělesa je většinou poměrně snadno překonatelný. Obdobně je třeba pacienty indikované pro léčbu pumpou edukovat při jejich obavách z problémů při sexuálním styku, při sportu apod. (2).

Závěrečné zhodnocení léčby pumpou

Hlavní výhody a nevýhody léčby inzulinovou pumpou jsou uvedeny v tabulce 3. Nejdůležitějším faktorem z hlediska zdravotního stavu pacientů zůstává zlepšení glykemií při léčbě pumpou, ale ani ostatní parametry nelze opomíjet.

Z recentních publikací (18, 19) i z našich vlastních zkušeností vyplývá, že by lékař neměl automaticky předepisovat inzulinovou pumpu pouze proto, že si ji pacient žádá nebo proto, že kompenzace diabetu není u pacienta optimální. Lékař nebo edukační sestra by měli s pacientem nejprve probrat všechna pro i proti při léčbě pumpou a ověřit, zda pacient porozuměl všem změnám spojeným s léčbou

pumpou. Lze to posoudit např. krátkodobým zapůjčením inzulínové pumpy. Řada pacientů se stává „závislá“ na léčbě pumpou. Pokud tato „závislost“ vede ke zlepšení compliance, selfmonitoringu a kompenzace, je to změna pozitivní. Úspěšná léčba inzulínovou pumpou vyžaduje od pacienta především motivaci k dobré kompenzaci diabetu, vedení záznamů o glykémii, častý selfmonitoring, orientaci v dietě a dobrý kontakt se zdravotníky. Jen ti pacienti, kteří jsou k léčbě pumpou motivováni, z ní mohou mít prospěch. V jedné ze studií se osvědčilo ponechat pacienty měřit glykémie alespoň 2x denně 14 týdnů před nasazením pumpy (19). V této studii vedlo nasazení inzulínové pumpy také ke zlepšení kvality života (11 % pacientů však léčbu inzulínovou pumpou odmítlo).

V současné době se výzkum soustřeďuje na porovnávání jiných typů intenzifikovaných inzulínových režimů (např. použití nového dlouhodobého inzulínu glargin) s léčbou inzulínovou pumpou. Pracuje se také na zdokonalení funkcí inzulínové pumpy zejména ve spojení s kontinuální monitorací glykémie neinvazivní metodou nebo semiinvazivními glukózovými senzory. Dalším krokem by mělo být propojení obou systémů automatickými algoritmy dávkování inzulínu pumpou podle monitorace glykémie („umělý pankreas“).

Literatura

1. Pickup JC, Keen H, Parson JA. Continuous subcutaneous insulin infusion: an approach to achieving normoglycaemia. *BMJ* 1978; 1: 204–207.
2. Jirkovská A. Léčba diabetu inzulínovou pumpou. Brno: Medatron 2000, 44s.
3. Chantelau E, Spraul M. Mein Heft über den Diabetes Ausgabe für Patienten mit Insulinpumpen. Düsseldorf, H. H. Universität 1989, 50s.
4. Fredrickson L. The insulin pump therapy book, insights from experts. Los Angeles, MiniMed Inc. 1995, 161s.
5. The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993; 329: 977–986.
6. Pickup J, Mattock M, Kerry S. Glycaemic control with continuous subcutaneous insulin infusion compared with intensive insulin injections in patients with type 1 diabetes: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2002; 324: 1–5.
7. Hannaire-Brouin H, Melki V, Bessieres-Lacombe S, Tauber J. Comparison of continuous subcutaneous insulin infusion and multiple daily injection regimens using insulin lispro in type 1 diabetic patients on intensified treatment: a randomized study. *Diabetes Care* 2000; 23: 1232–1235.
8. The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group. The absence of glycemic threshold for the development of long-term complications: the perspective of the diabetes control and complications trial. *Diabetes* 1996; 45: 1289–1298.
9. Lauritzen T, Pramming S, Deckert T, Binder C. Pharmacokinetics of continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetologia* 1983; 24: 326–329.
10. Pickup JC, Keen H. Continuous subcutaneous insulin infusion at 25 years. Evidence base for the expanding use of insulin pump therapy in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25: 593–598.
11. Gonen B, Goldman J, Baldwin D, Goldberg RB, Ryan WG, Blix PM. Metabolic control in diabetic patients. Effects of insulin-secreting reserve (measured by plasma C-peptide levels) and circulating insulin antibodies. *Diabetes* 1979; 28: 749–753.
12. Chantelau E, Kohner EM. Why some cases of retinopathy worsen when diabetic control improves. *BMJ* 1997; 315: 1105–1106.
13. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. Implementation of treatment protocols in the Diabetes Control and Complications Trial. *Diabetes Care* 1995; 18: 361–376.
14. Bending JJ, Pickup JC, Keen H. Frequency of diabetic ketoacidosis and hypoglycemic coma during treatment with continuous subcutaneous insulin infusion. *Am J Med* 1985; 79: 685–691.
15. Boland EA, Grey M, Oesterle A, Fredrickson L, Tamborlane WV. Continuous subcutaneous insulin infusion: a new way to lower risk of severe hypoglycemia, improve metabolic control, and enhance coping in adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1999; 22: 1779–1784.
16. Knight G. Risks with continuous subcutaneous insulin infusion. can be serious. *BMJ* 2001; 323: 693–694.
17. Schade DS, Drumm DA, Duckworth WC, Eaton RP. The etiology of incapacitating brittle diabetes. *Diabetes Care* 1985; 8: 12–20.
18. Schade DS, Valentine V. To pump or not to pump. *Diabetes Care* 2002; 25: 2100–2102.
19. DeVries JH, Snoek FJ, Kostense PJ, Masurel N, Heine RJ. A randomised trial of continuous subcutaneous insulin infusion and intensive injection therapy in type 1 diabetes for patients with long-standing poor glycaemic control. *Diabetes Care* 2002; 25: 2074–2080.