

Současné možnosti léčby diabetu inzulinovou pumpou

Lucie Radovnická

Interní oddělení, Diabetologické centrum, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o. z., Krajská zdravotní, a. s.

Léčba inzulinem prošla v posledních desetiletích výrazným vývojem od léčby inzulinovými pery a konvenční léčby inzulinovou pumpou k systémům pro automatické dávkování inzulinu (AID). Klíčovým milníkem bylo propojení inzulinové pumpy s kontinuální monitorací glukózy, které otevřelo cestu k hybridním uzavřeným smyčkám. Současné AID systémy na základě dat z CGM průběžně upravují dávkování inzulinu, zlepšují kompenzaci diabetu, zvyšují čas v cílovém rozmezí a snižují riziko hypoglykemie. U diabetu 1. i 2. typu je jejich přínos doložen randomizovanými studiemi i daty z běžné klinické praxe a tyto systémy se staly součástí doporučených postupů. Vedle komerčních řešení se v praxi uplatňují také open-source systémy, které nabízejí větší flexibilitu, nejsou však oficiálně schváleny. Článek shrnuje vývoj technologií pro podávání inzulinu, základní principy a typy AID systémů, jejich limity i perspektivy dalšího vývoje. Stručně se věnuje také využití těchto technologií u diabetu 2. typu.

Klíčová slova: diabetes mellitus 1. typu, diabetes mellitus 2. typu, inzulinová pumpa, kontinuální monitorace glukózy, systémy pro automatické dávkování inzulinu, hybridní uzavřená smyčka.

Current options in insulin pump therapy for diabetes

Insulin therapy has undergone substantial development over recent decades, evolving from insulin pen therapy and conventional insulin pump therapy to automated insulin delivery (AID) systems. A key milestone was the integration of insulin pumps with continuous glucose monitoring, which enabled the transition from sensor-augmented pump therapy to hybrid closed-loop systems. Based on CGM data, current AID systems continuously adjust insulin delivery, thereby improving glycaemic control, increasing time in range, and reducing the risk of hypoglycaemia. In type 1 and 2 diabetes, their benefit has been demonstrated in randomized trials as well as in real-world clinical practice, and these systems have become part of current recommendations. In addition to commercial solutions, open-source systems are also used in practice; they offer greater flexibility but are not officially approved. This article summarizes the development of insulin delivery technologies, the basic principles and types of AID systems, as well as their main limitations and future perspectives. It also briefly addresses the use of these technologies in type 2 diabetes.

Key words: type 1 diabetes mellitus, type 2 diabetes mellitus, insulin pump, continuous glucose monitoring, automated insulin delivery, hybrid closed-loop system.

Úvod

Kontinuální subkutánní infuze inzulinu (CSII) byla vyvinuta s cílem co nejvíce napodobit fyziologickou sekreci inzulinu a současně umožnit flexibilní podávání bolusových dávek k jídlu a ke

korekcím glykemie. První klinické zkušenosti s inzulinovou pumpou sahají do 70. let minulého století, kdy byla CSII zkoušena s externími zařízeními v experimentálních podmínkách a postupně se začala prosazovat jako alternativa

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

None.

Cit. zkr.: Klin Farmakol Farm. 2026;40(3):164-169

<https://doi.org/10.36290/far.2026.020>

Článek přijat redakcí: 11. 3. 2026

Článek přijat k tisku: 1. 6. 2026

MUDr. Lucie Radovnická, Ph.D.

radovnickal@gmail.com

k injekční léčbě u pacientů s diabetem mellitem 1. typu (DM1T). K širšímu klinickému využití vedl až rozvoj přenosných externích pump a standardizace principů bazálního a bolusového dávkování v 80. letech (1, 2).

V dalších desetiletích se léčba inzulinovou pumpou postupně prosadila především u pacientů s DM1T, zejména u nemocných s vyšší glykemickou variabilitou a rizikem hypoglykemie. Metaanalýzy a kontrolované studie ukázaly, že CSII může ve srovnání s intenzifikovaným inzulinovým režimem (MDI) zlepšit kompenzaci diabetu, obvykle s mírným poklesem HbA1c a redukcí hypoglykemie, přičemž velikost efektu závisí na výběru pacientů i kvalitě edukace (3). Dlouhodobým limitem této léčby však zůstávalo převážně manuální dávkování inzulinu a rozhodování založené jen na jednotlivých měřeních glukometrem, která neumožňovala zachytit vývoj glykemie v průběhu dne ani noční hypoglykemie.

Zásadní změnu přinesla integrace inzulinových pump s kontinuální monitorací glukó-

zy (SAP, sensor-augmented pump therapy). Spojení inzulinové pumpy s kontinuální monitorací glukózy (CGM) poskytlo uživatelům průběžnou informaci o aktuální glykemii, jejím trendu a alarmových stavech. Dávkování inzulinu však nadále zůstávalo převážně v rukou pacienta. Ve studii STAR 3 vedla tato forma léčby k významnějšímu zlepšení HbA1c než MDI (4). Následně byly vyvinuty první bezpečnostní algoritmy, které dočasně přerušovaly podávání inzulinu při hypoglykemii nebo při predikci jejího vzniku a prokázaly snížení času v hypoglykemii bez zhoršení celkové kompenzace (5, 6).

Tyto kroky otevřely cestu k současným systémům pro automatické dávkování inzulinu, označovaným jako hybridní uzavřená smyčka (HCL), které průběžně upravují podávání inzulinu na základě algoritmu a dat ze senzoru. Randomizované studie u dospělých i dětí s DM1T prokázaly, že tato léčba zvyšuje čas v cílovém rozmezí a současně snižuje čas v hypoglykemii ve srovnání se SAP (7, 8).

Vývoj technologií tak posunul hodnocení kompenzace diabetu od samotného HbA1c k širšímu využití parametrů z CGM. HbA1c sice zůstává důležitým prediktorem mikrovaskulárních komplikací, nepostihuje však glykemickou variabilitu, postprandiální výkyvy ani skutečnost, zda je dosažen za cenu častých hypoglykemií. U pacientů léčených moderními technologiemi je proto vhodné sledovat také čas v cíli, v hypo- a hyperglykemii (TIR, TBR, TAR) a glykemickou variabilitu, které přesněji odrážejí každodenní průběh glykemie i přínos léčby (9). Tento posun se odráží také v doporučených postupech, které v posledních letech posilují roli CGM a AID v moderní léčbě diabetu (10).

Typy inzulinových pump

Pro klinickou praxi je účelné rozdělovat inzulinové pumpy podle míry propojení s kontinuální monitorací glukózy a podle stupně automatizace dávkování inzulinu (Tab. 1). Toto členění odpovídá současnému pojetí

Tab. 1. Typy inzulinových pump

Kategorie CSII	Definice	Integrace s CGM	Automatické dávkování inzulinu	Typické funkce	Hlavní klinický přínos a limity	Klíčové důkazy / doporučení
Klasická CSII bez propojení s CGM	Kontinuální subkutánní infuze rychle působícího inzulinu s individuálně nastavenými bazálními rychlostmi a bolusy aplikovanými uživatelem (často s bolus kalkulátorem).	Ne	Ne (všechny úpravy provádí uživatel/lékař)	Bazální profily, bolus kalkulace, dočasné bazály (dle typu pumpy).	U DM1T může zlepšit kompenzaci u nemocných s vyšší variabilitou či hypoglykemickým rizikem; bez CGM je optimalizace limitovaná	Metaanalýza CSII vs. MDI (zlepšení zejména u rizikových skupin) (5).
SAP (sensor-augmented pump therapy)	Kombinace CSII + CGM; dávkování inzulinu zůstává převážně v rukou uživatele, ale rozhodování je podpořeno kontinuální informací o glukóze, trendem a alarmy.	Ano	Ne (bez algoritmu)	Trendové šipky, alarmy hypo/hyper, zobrazení CGM na pumpě/telefonu, sdílení dat (dle systému).	Propojení pumpy se senzorem umožňuje cílenější úpravy dávkování; ve srovnání s MDI prokázáno lepší zlepšení HbA1c u DM1T v RCT.	STAR 3: SAP vs. MDI (HbA1c) (4).
LGS/PLGS (suspend funkce)	Pumpa + CGM s bezpečnostním algoritmem dočasného přerušení (nebo redukce) bazální dávky při nízké hl. glukózy (LGS) nebo při predikci hrožící hypoglykemie (PLGS).	Ano	Částečné (bez automatické léčby hyperglykemie; zaměřeno na prevenci hypoglykemie)	LGS: přerušení bazálu při dosažení prahu; PLGS: predikční přerušení/redukce; návrat k bazálu po odeznění rizika.	Primárně zlepšení bezpečnosti (redukce hypoglykemie), zejména v noci; obvykle bez zhoršení HbA1c.	ASPIRE In-Home (LGS) (5). PROLOG (PLGS) (6).
AID/HCL (systémy pro automatické podávání inzulinu, hybridní uzavřená smyčka)	Propojení CGM, pumpy a algoritmu, který průběžně upravuje dávkování inzulinu podle dat ze senzoru; hybridní režim vyžaduje zadání sacharidů a jídlo-bolus.	Ano (nezbytné)	Ano (typicky automatická korekce bazálu; u některých systémů i automatické korekční bolusy)	Automatická úprava dávkování mezi jídly a v noci, cílové glykemické rozmezí dle systému; hodnocení efektu primárně CGM ukazatelí (TIR/TBR/TAR) a AGP.	Nejvyšší klinický přínos z hlediska zlepšení CGM parametrů (vyšší TIR, nižší TBR/TAR) při zachování bezpečnosti; efekt se promítá i do HbA1c v řadě studií.	ADA Standards – Diabetes Technology (10). Mezinárodní konsenzus TIR/TBR/TAR + AGP (9).

CSII – kontinuální subkutánní infuze inzulinu, CGM – kontinuální monitorace glukózy, SAP – sensor-augmented pump, LGS – low glucose suspend, PLGS – predictive low glucose suspend, AID/HCL – systém pro automatické dávkování inzulinu / hybridní uzavřená smyčka, TIR/TBR/TAR – čas v cílovém rozmezí / pod rozmezím / nad rozmezím, AGP – ambulantní glukózový profil.

technologické léčby diabetu i doporučeným postupům ADA, které staví CGM a automatizaci dávkování inzulínu do centra moderní diabetologické péče (10).

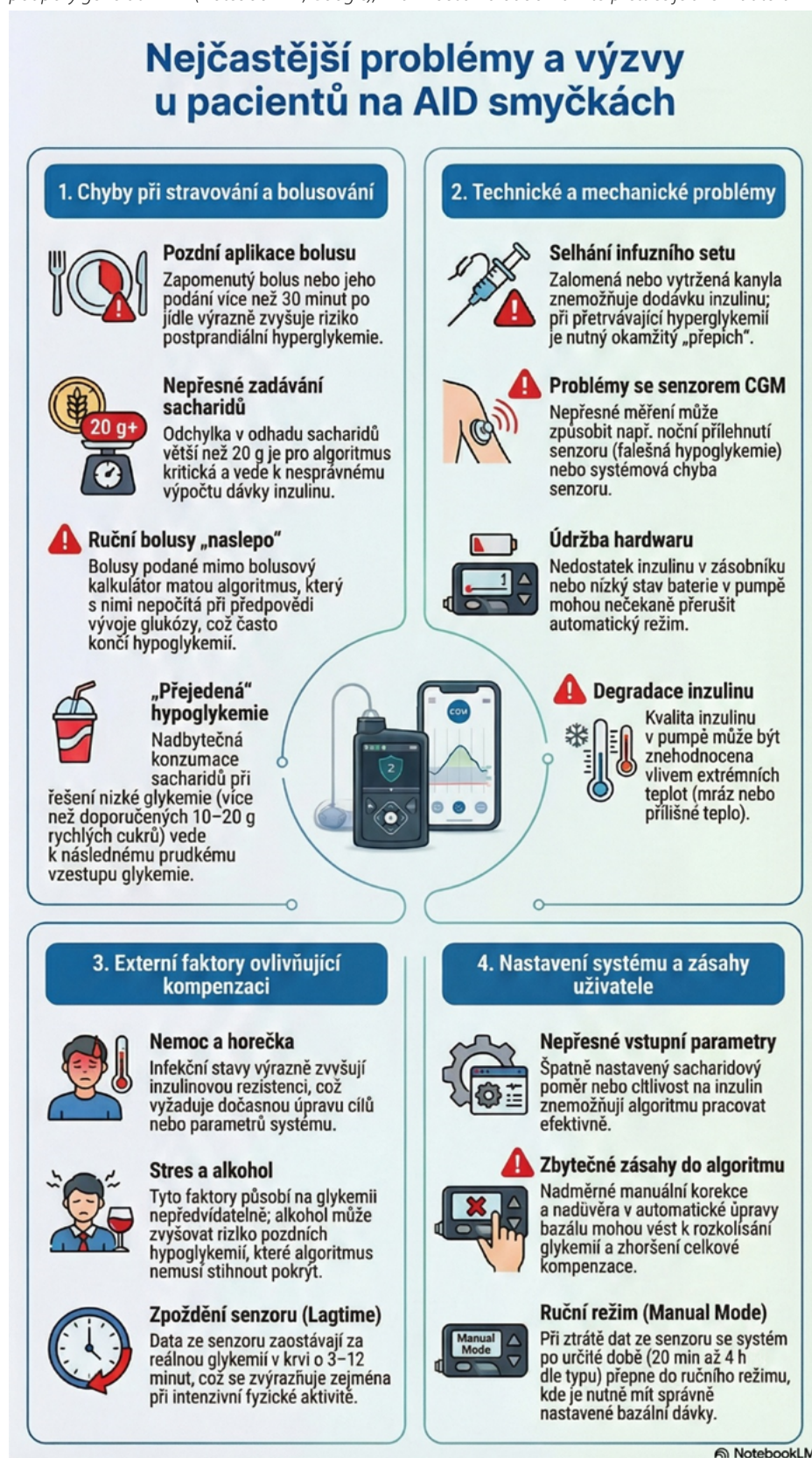
AID systémy dostupné v ČR: základní charakteristiky a rozdíly

Hybridní uzavřené smyčky představují v současnosti nejpokročilejší formu léčby pomocí inzulínové pumpy. Jsou založeny na propojení tří základních komponent: kontinuální monitorace glukózy v reálném čase, inzulínové pumpy a řídicího algoritmu, který v krátkých intervalech upravuje dávku inzulínu podle aktuální glykémie a jejího trendu. Označení „hybridní“ vyjadřuje skutečnost, že uživatel musí nadále oznamovat příjem sacharidů a podávat bolusy před jídlem. Přesto tato technologie výrazně snižuje potřebu manuálních zásahů a může snížit i každodenní léčebnou zátěž (11).

Navzdory svým přínosům mají AID systémy i řadu limitací. K hlavním patří nutnost důkladné edukace uživatele, ekonomická náročnost a závislost efektu léčby na správném používání systému v běžné praxi. Ke zhoršení kompenzace nejčastěji vedou opožděné nebo nepřesné bolusování, problémy s infuzním setem nebo senzorem a nevhodně nastavené vstupní parametry systému (Obr. 1). Další vývoj proto směřuje k plně uzavřeným smyčkám, které by omezily nutnost manuálního zadávání příjmu potravy a dále snížily léčebnou zátěž pacienta (12).

Systémy AID lze rozdělit na certifikované a necertifikované. Certifikované hybridní uzavřené smyčky procházejí regulačním schvalovacím procesem, který je založen na klinickém ověření účinnosti a bezpečnosti a má minimalizovat riziko technických selhání při běžném používání. V roce 2026 jsou v České republice dostupné čtyři certifikované systémy: SmartGuard (MiniMed™ 780G se senzorem Guardian™ 4; Medtronic), Control-IQ (Tandem t:slim X2™ se senzorem Dexcom G6 nebo G7), CamAPS (mylife Ypsopump se senzorem Dexcom G6 nebo FreeStyle Libre 3 Plus; CamDiab/Ypsomed) a náplastová pumpa TouchCare™ (Nano A8 pumpa se senzorem Nano A8 CGM; Medtrum) (Obr. 2). Výhodou certifikovaných řešení je technická podpora výrobce, pravidelné softwarové aktualizace,

Obr. 1. Nejčastější problémy a výzvy při používání AID systémů, zahrnující chyby při bolusování, technické komplikace, vliv vnějších faktorů a nevhodné nastavení systému. Zdroj: obrázek byl vytvořen za podpory generativní AI (NotebookLM, Google); finální obsah a odborná interpretace je dílem autora



standardizované školení i jasně vymezený právní rámec jejich používání. V řadě zemí je navíc tato léčba hrazena ze zdravotního pojištění.

Necertifikované hybridní uzavřené systémy vznikly jako patientská alternativa ke komerčním platformám, obvykle s cílem dosáhnout větší flexibility a širší individualizace

Obr. 2. Dostupné systémy pro automatické dávkování inzulínu v České republice (stav k roku 2026; obrázky převzaty z oficiálních webových stránek výrobců). A: SmartGuard (MiniMed™ 780G se senzorem Guardian™ 4; Medtronic), B: Control-IQ (Tandem t:slim X2™ se senzorem Dexcom G6 nebo G7), C: CamAPS (mylife Ypsopump se senzorem Dexcom G6 nebo FreeStyle Libre 3 Plus; CamDiab/Ypsomed), D: náplastová bezhadičková pumpa TouchCare™ (Nano A8 pumpa se senzorem Nano A8 CGM; Medtrum)



nastavení. Tyto systémy, označované jako DIY (do-it-yourself) nebo OS-AID (open-source automated insulin delivery), jsou sestavovány uživateli s využitím otevřeného softwaru, kontinuální monitorace glukózy a kompatibilních inzulinových pump. Mezi nejčastěji používané open-source platformy patří Loop, OpenAPS a AndroidAPS, které na základě dat z CGM průběžně upravují dávkování inzulínu a umožňují detailní nastavení cílových hodnot i režimů. Zásadní odlišností oproti certifikovaným systémům je absence regulatorního schválení, standardizované technické podpory a jednoznačně vymezené odpovědnosti za provoz systému.

České randomizované studie CODIAC a CODIAC Extension porovnávaly necertifikovaný systém AndroidAPS s komerčně dostupnými systémy Control-IQ a MiniMed 780G (13, 14). Mezi sledovanými systémy nebyl prokázán významný rozdíl v TIR ani v HbA1c, při použití AndroidAPS však byl čas strávený v hypoglykemii signifikantně vyšší. V dotazníkovém hodnocení pacienti označili komerční systémy za bezpečnější a uživatelsky přívětivější, přesto na ně většina z nich neplánovala přejít.

Přestože open-source systémy mohou u motivovaných a technicky zdatných pacientů dosahovat velmi dobrých výsledků, jejich

použití je spojeno s řadou limitací. K hlavním patří absence regulatorního schválení, nejednoznačné rozložení odpovědnosti, chybějící standardizovaná technická podpora a omezené možnosti jejich bezpečné implementace do rutinní klinické praxe. Z pohledu zdravotnického týmu proto zůstává jejich používání prakticky i právně složitější než u certifikovaných systémů. Z právního hlediska nese odpovědnost za provoz a případné selhání necertifikovaného systému primárně sám pacient, případně lékař, který jeho použití doporučil – zdravotnické zařízení nemůže garantovat bezpečnost systému, který neprošel regulatorním schválením. Praktickými důsledky jsou rovněž možná nejistota ohledně úhrady ze zdravotního pojištění, absence standardizované technické podpory při hospitalizaci a obtížnější koordinace péče v případě akutních stavů.

Používané inzulínové preparáty v AID systémech

V AID systémech se používají výhradně rychle působící nebo ultrarychlá analoga inzulínu. Standardně se uplatňují inzulín aspart (NovoRapid) a inzulín lispro (Humalog). V posledních letech se stále více prosazují ultrarychlá analoga Fiasp a Lyumjev, která díky rychlejšímu nástupu účinku lépe odpovídají

dynamice automatického dávkování. Při jejich výběru je nezbytné zohledňovat certifikovanou kompatibilitu konkrétního preparátu s daným systémem. Fiasp není pro pumpu Tandem t:slim X2 oficiálně testován ani schválen a jeho off-label použití je spojeno s hlášeními o okluzních alarmech. Jeho použití v tomto systému je proto v klinické praxi omezené. Naopak Lyumjev získal v Evropské unii certifikovanou kompatibilitu s pumpou t:slim X2 v roce 2024 (15).

Algoritmy AID systémů

Řídicí algoritmus je klíčovou součástí AID systémů. Na základě dat ze CGM upravuje podávání inzulínu s cílem udržet glykemii v cílovém rozmezí. Při jeho návrhu je nutné zohlednit zejména farmakokinetiku a farmakodynamiku inzulínu, časové zpoždění jeho účinku, variabilitu inzulínové senzitivity i vliv zevních faktorů, jako je příjem potravy nebo fyzická aktivita.

V současných AID systémech se uplatňují především tři základní přístupy: regulace typu PID (Proportional–Integral–Derivative, PID), modelové prediktivní řízení (Model Predictive Control, MPC) a heuristické prediktivní algoritmy. Zatímco PID vychází více z aktuální odchylky glykemie, MPC využívá matematický model k predikci jejího dalšího vývoje a dnes dominuje u většiny komerčních systémů. Heuristické algoritmy jsou typické zejména pro open-source řešení.

Z klinického pohledu je důležité, že výsledný efekt AID systému neurčuje jen algoritmus, ale také přesnost senzoru, vlastnosti pumpy, typ použitého inzulínu a správné používání systému pacientem. Komerční systémy se vzájemně liší umístěním algoritmu (v pumpě nebo v mobilní aplikaci), frekvencí a typem automatických zásahů, možností automatických korekčních bolusů, kompatibilitou se senzory i flexibilitou pro specifické klinické situace, například těhotenství nebo fyzickou aktivitu. Tyto odlišnosti se ne vždy jednoznačně projeví v hodnotách HbA1c nebo TIR, ale mohou zásadně ovlivnit bezpečnost, adherenci k léčbě a dlouhodobou spokojenost pacienta. Přímá srovnání algoritmů v izolovaných podmínkách přitom dosud chybí. Dostupné studie vesměs hodnotí celé systémy, nikoli samotný princip řízení, a jejich kvalita se výrazně liší od krátko-

dobých cross-over studií po dvanáctiměsíční RCT a rozsáhlá reálná data (7, 16). Proto zatím nelze tvrdit, že některý algoritmičtý přístup je obecně nadřazen ostatním, a výběr systému by měl vždy zohledňovat jak klinické parametry, tak praktické a behaviorální aspekty konkrétního pacienta.

Současné výzvy a budoucí perspektivy AID systémů

Současné AID systémy pracují převážně v režimu hybridní uzavřené smyčky, a proto i nadále vyžadují oznamování příjmu sacharidů a podání bolusu před jídlem. Úplné vynechání bolusu obvykle vede k významné postprandiální hyperglykemii, což zůstává jednou z hlavních limitací těchto technologií. Nutnost aktivní spolupráce pacienta tak nadále představuje významnou léčebnou zátěž (17, 18).

Další vývoj směřuje k plně uzavřeným smyčkám, které by umožnily automatickou kompenzaci příjmu potravy bez zásahu uživatele. Jejich širší využití však zatím omezuje především zpožděný účinek subkutánně podaného inzulínu. Perspektivní, ale dosud experimentální oblastí zůstávají také duální hormonální systémy, které kombinují podávání inzulínu s druhým hormonem, nejčastěji glukagonem. Zatímco inzulín snižuje hladinu glukózy v krvi, glukagon působí opačně a zvyšuje glykemii stimulací uvolňování glukózy z jater. Další možností je propojení AID s nositelnými zařízeními, která by mohla dále zvýšit míru automatizace a individualizace léčby (chytré hodinky atd.) (18–20).

AID systémy u diabetiků 1. typu

U pacientů s diabetem 1. typu je přínos systémů pro automatické dávkování inzulínu doložen přesvědčivými klinickými daty. Systematické přehledy randomizovaných studií i dat z běžné praxe ukazují, že tyto systémy vedou ke zlepšení kompenzace, přičemž největší přínos bývá patrný u pacientů s vyšší vstupní hodnotou HbA1c nebo výraznější glykemickou variabilitou (7, 11, 21–24).

Dosavadní data zároveň neukazují jednoznačnou nadřazenost některého konkrétního systému. Pozorované rozdíly pravděpodobně odrážejí nejen odlišnosti algoritmů, ale také charakteristiky studovaných populací a způsob používání dané technologie (25, 26).

Volba systému by proto měla být individualizovaná a vedle metabolických parametrů zohledňovat také psychosociální, praktické a technologické faktory, které ovlivňují jeho dlouhodobé používání (27).

MiniMed 780G (SmartGuard) je systém s algoritmem integrovaným přímo v pumpě. Využívá senzor Guardian 4 a kromě automatické úpravy bazálního podávání inzulínu umožňuje také automatické korekční bolusy, což zlepšuje kontrolu hyperglykemie bez nutnosti častých manuálních zásahů. Jeho účinnost a bezpečnost v běžné ambulantní praxi podporují randomizovaná data. Ve studii ADAPT vedla léčba systémem MiniMed 780G u dospělých s DM1T po 12 měsících k významnému zlepšení kompenzace, s poklesem HbA1c přibližně o 1,4–1,5 % a zvýšením času v cílovém rozmezí o zhruba 25–30 %. Tento efekt přetrvával dlouhodobě a byl potvrzen i u pacientů, kteří na AID přešli v průběhu studie (15).

Tandem t:slim X2 s Control-IQ je certifikovaný systém s algoritmem integrovaným v pumpě. Je kompatibilní se senzory Dexcom G6 a G7 a v režimu hybridní uzavřené smyčky automaticky upravuje bazální podávání inzulínu a při predikci hyperglykemie podává automatický korekční bolus, maximálně jednou za hodinu. Praktickou výhodou systému je možnost rozšířeného ovládání a sdílení dat prostřednictvím mobilní aplikace (t:connect® Mobile App). Novinkou je rovněž cloudový ekosystém Tandem Source. Randomizované studie u dospělých i dětí prokázaly ve srovnání s neautomatizovanou léčbou významné zlepšení parametrů z kontinuální monitorace glukózy. Ve studii iDCL vedla léčba pomocí Control-IQ u dospělých s DM1T ke zvýšení času v cílovém rozmezí přibližně o 11 % (asi o 2,6 hodiny denně) oproti SAP. Současně došlo k poklesu HbA1c o 0,3 % bez zvýšení hypoglykemií (7).

MyLife YpsoPump s CamAPS FX představuje systém, u něhož je řídicí algoritmus umístěn v mobilní aplikaci a pumpa slouží jako dávkovač inzulínu. V automatickém režimu systém přepočítává dávku přibližně každých 8–12 minut a upravuje podávání inzulínu formou častých mikrobolusů. Uživatel i zde zadává jídla a podává bolusy pomocí bolusového kalkulátoru v aplikaci. Specifikem systému jsou funkce Boost a Ease-off, které umožňují

dočasně upravit agresivitu řízení v situacích, jako je fyzická aktivita, premenstruační období nebo pomalu trávená jídla. Zvláštní význam má CamAPS FX v těhotenství. Ve studii AiDAPT u těhotných žen s DM1T vedlo jeho použití ke zvýšení času v těhotenském cílovém rozmezí 3,5–7,8 mmol/l o 10,5 % a ke snížení HbA1c přibližně o 0,3 %, bez nárůstu času v hypoglykemii (16). Výsledky této studie podpořily postavení CamAPS FX jako prvního systému tohoto typu licencovaného pro použití v těhotenství u DM1T (28, 29).

TouchCare A8 Nano s algoritmem APGO je jediný systém pro automatické dávkování inzulínu s náplastovou pumpou, který je v současnosti dostupný v České republice. Jde o certifikovaný systém řízený přes mobilní telefon, který kombinuje automatickou úpravu bazálního podávání inzulínu s automatickými korekčními bolusy a využívá vlastní senzor Nano A8 CGM. Je součástí uzavřeného technologického ekosystému pro řízení a sdílení dat. Průběžná data z české prospektivní observační studie RENEW ukázala při použití algoritmu APGO zvýšení času v TIR z 61 % na 76 % a snížení HbA1c z 62 na 53 mmol/mol bez nárůstu hypoglykemií. Tato data naznačují klinický přínos systému i v běžné praxi (21).

AID systémy u diabetiků 2. typu

Systémy pro automatické podávání inzulínu byly původně vyvíjeny především pro pacienty s diabetem mellitem 1. typu, v posledních letech se však rozšiřuje i jejich využití u diabetu mellitu 2. typu (DM2T). Tento trend souvisí s rostoucím počtem pacientů s DM2T léčených inzulínem a s přetrvávajícími obtížemi při dosažení uspokojivé kompenzace navzdory intenzifikované léčbě.

Dosavadní studie ukazují, že u pacientů s DM2T léčených inzulínem mohou tyto systémy zlepšit kompenzaci diabetu. Například randomizovaná studie (Kudva a kol.) ukázala, že u pacientů s DM2T léčených inzulínem vede použití AID ve srovnání se standardní léčbou doplněnou kontinuální monitorací glukózy k významnému snížení HbA1c a zvýšení času v cílovém rozmezí (30). Příznivé výsledky přinesly také další studie, včetně hodnocení systému MiniMed 780G u dospělých s DM2T, kde došlo ke zlepšení HbA1c a zvýšení času v TIR bez nárůstu závažných

hypoglykemií (31). Zlepšení kompenzace po zahájení léčby pomocí AID potvrzují i observační studie z běžné klinické praxe (32).

V současné praxi se zdá, že největší přínos mohou mít tyto systémy zejména u pacientů s DM2T léčených intenzifikovaným inzulínovým režimem, u nichž navzdory dosavadní terapii přetrvává neuspokojivá kompenzace nebo vysoká glykemická variabilita. Tento závěr podporují i systematické přehledy a metaanalýzy, podle nichž vedou AID systémy u pacientů s DM2T léčených inzulínem především ke snížení hyperglykemie a ke zvýšení času v cílovém rozmezí (33). Rostoucí množství důkazů se promítá také do doporučených postupů. ADA ve svých doporučeních pro rok

2026 uvádí, že AID systémy mají být nabízeny dospělým s diabetem 2. typu léčeným inzulínem a u pacientů vyžadujících intenzivní inzulínovou léčbu představují preferovanou léčebnou strategii (10).

Závěr

Vývoj léčby inzulínovou pumpou v posledních desetiletích zásadně proměnil péči o pacienty s diabetem. Cesta od klasické CSII přes pumpy propojené s kontinuální monitorací glukózy až k systémům pro automatické dávkování inzulínu vedla k vyšší účinnosti i bezpečnosti léčby a ke snížení každodenní léčebné zátěže.

U pacientů s diabetem 1. typu je přínos těchto systémů přesvědčivě doložen klinicky-

mi studiemi i daty z běžné praxe. Dosavadní data přitom neukazují jednoznačnou převahu jednoho konkrétního systému, a proto by volba technologie měla být vždy individuální. Perspektivní je také využití systémů pro automatické dávkování inzulínu u pacientů s diabetem 2. typu, u nichž navzdory intenzifikovanému inzulínovému režimu přetrvává neuspokojivá kompenzace.

Další vývoj směřuje k vyšší míře automatizace, větší uživatelské jednoduchosti a lepšímu zvládnutí klinicky náročných situací, jako je příjem potravy nebo fyzická aktivita. Systémy pro automatické dávkování inzulínu se tak postupně stávají jedním z klíčových nástrojů moderní diabetologické péče.

LITERATURA

- Pickup J, Keen H, Parsons J, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion: an approach to achieving normoglycaemia. *Br Med J*. 1978;1(6107):204-207.
- Pickup J, Keen H, Viberti GC, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion in the treatment of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1980;3(2):290-300.
- Pickup J, Sutton A. Severe hypoglycaemia and glycaemic control in Type 1 diabetes: meta-analysis of multiple daily insulin injections compared with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabet Med*. 2008;25(7):765-774.
- Bergenstal R, Tanborlane WV, Ahmann A, et al. Effectiveness of sensor-augmented insulin-pump therapy in type 1 diabetes. *N Engl J Med*. 2010;363(4):311-320.
- Bergenstal R, Klonoff DC, Garg SK, et al. Threshold-based insulin-pump interruption for reduction of hypoglycemia. *N Engl J Med*. 2013;369(3):224-232.
- Forlenza G, Li Z, Buckingham B, et al. Predictive Low-Glucose Suspend Reduces Hypoglycemia in Adults, Adolescents, and Children With Type 1 Diabetes in an At-Home Randomized Crossover Study: Results of the PROLOG Trial. *Diabetes Care*. 2018;41(10):2155-2161.
- Brown S, Kovatchev B, Raghinaru D, et al. Six-Month Randomized, Multicenter Trial of Closed-Loop Control in Type 1 Diabetes. *N Engl J Med*. 2019;381(18):1707-1717.
- Breton M, Kanapka L, Beck R, et al. A Randomized Trial of Closed-Loop Control in Children with Type 1 Diabetes. *N Engl J Med*. 2020;383(9):836-845.
- Battellino T, Danne T, Bergenstal R, et al. Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care*. 2019;42(8):1593-1603.
- American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes. Diabetes Technology: Standards of Care in Diabetes – 2026. *Diabetes Care*. 2026;49(Suppl 1):S150-S165.
- Bergenstal R, Garg S, Weinzimer S, et al. Safety of a Hybrid Closed-Loop Insulin Delivery System in Patients With Type 1 Diabetes. *JAMA*. 2016;316(13):1407-1408.
- van Bon A, Blauw H, Jansen T, et al. Bihormonal fully closed-loop system for the treatment of type 1 diabetes: a real-world multicentre, prospective, single-arm trial in the Netherlands. *Lancet Digit Health*. 2024;6(4):e272-e280.
- Do Q, Haskova A, Radovnicka L, et al. Comparison of Control-IQ and open-source AndroidAPS automated insulin delivery systems in adults with type 1 diabetes: The CODIAC study. *Diabetes Obes Metab*. 2024;26(1):78-84.
- Do Q, Radovnicka L, Haskova A, et al. Switch of Open-Source Automated Insulin Delivery (AID) System-AndroidAPS to Commercially Available AID Systems in Type 1 Diabetes: The Extension of the CODIAC Study. *Diabetes Technol Ther*. 2025;27(11):928-936.
- Levy C, Bailey R, Laffel L, et al. Multicenter Evaluation of Ultra-Rapid Lispro Insulin with Control-IQ Technology in Adults, Adolescents, and Children with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2024;26(9):652-660.
- Edd S, Castaneda J, Choudhary P, et al. Twelve-month results of the ADAPT randomized controlled trial: Reproducibility and sustainability of advanced hybrid closed-loop therapy outcomes versus conventional therapy in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2023;25(11):3212-3222.
- Shalit R, Minsky N, Laron-Hirsh M, et al. Unannounced Meal Challenges Using an Advanced Hybrid Closed-Loop System. *Diabetes Technol Ther*. 2023;25(9):579-588.
- Scidà G, Corrado A, Abuqwider J, et al. Postprandial Glucose Control With Different Hybrid Closed-Loop Systems According to Type of Meal in Adults With Type 1 Diabetes. *J Diabetes Sci Technol*. 2025;19(5):1331-1340.
- Petruželková L, Neuman V, Plachy L, et al. First Use of Open-Source Automated Insulin Delivery AndroidAPS in Full Closed-Loop Scenario: Pancreas4ALL Randomized Pilot Study. *Diabetes Technol Ther*. 2023;25(5):315-323.
- Haidar A, Legault L, Matteau-Pelletier L, et al. Outpatient overnight glucose control with dual-hormone artificial pancreas, single-hormone artificial pancreas, or conventional insulin pump therapy in children and adolescents with type 1 diabetes: an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015;3(8):595-604.
- Do Q, Pehr M, Doležalová B, et al. Účinnost a bezpečnost algoritmu APGO pro automatické dávkování inzulínu: studie RENEW. *DMEV*. 2025;28(Suppl 1).
- Stahl-Peche A, Shokri-Mashhadi N, Wirth M, et al. Efficacy of automated insulin delivery systems in people with type 1 diabetes: systematic review and network meta-analysis. *eClinicalMedicine*. 2025;82:103190.
- Jendle J, Garg S, Thivolet C, et al. Automated basal insulin delivery versus multiple daily injections in type 1 diabetes: randomized parallel controlled trial. *Front Endocrinol*. 2025;16:1716587.
- de Visser H, Waraich S, Chhabra M, et al. Automated insulin delivery systems and glucose management in children and adolescents with type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2025;179(11):1162-1171.
- Pöhlmann J, Smith-Palmer J, Serné E, et al. Systematic review and meta-analysis of real-world evidence on commercially available AID systems in type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2026;28(Suppl 1):13-34.
- Gargouri I, Charfi H, Belabed W, et al. Precision medicine in type 1 diabetes: Control-IQ vs MiniMed 780G according to characteristics. *Diabetes Obes Metab*. 2025;27(3):1233-1241.
- Santová A, Plachy L, Neuman V, et al. Are all HCL systems the same? Real-life registry study. *Front Endocrinol*. 2023;14:1283181.
- Lee T, Collet C, Bergford S, et al. Automated Insulin Delivery in Women with Pregnancy Complicated by Type 1 Diabetes. *N Engl J Med*. 2023;389(17):1566-1578.
- Rankin D, Hart R, Kimbell B, et al. Rollout of Closed-Loop Technology to Pregnant Women with Type 1 Diabetes: Healthcare Professionals' Views About Potential Challenges and Solutions. *Diabetes Technol Ther*. 2023;25(4):260-269.
- Kudva Y, Raghinaru D, Lum J, et al. A randomized trial of automated insulin delivery in type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2025;392:1801-1812.
- Bhargava A, Bergenstal R, Warren M, et al. Safety and effectiveness of MiniMed 780G AHCL insulin intensification in adults with insulin-requiring type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2025;27(5):366-375.
- Pasquel F, Davis G, Huffman D, et al. Automated insulin delivery in adults with type 2 diabetes: a nonrandomized clinical trial. *JAMA Netw Open*. 2025;8(2):e2459348.
- Zeng B, Jia H, Yang S, et al. Effectiveness and safety of automated insulin delivery in type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetol Metab Syndr*. 2025;17:433.