

Technologie v inzulinoterapii dnes stojí především na třech pilířích:

- kontinuální monitoraci glykemie,
- automatizovaných systémech dávkování inzulínu,
- chytrých aplikačních pomůckách.

Kontinuální monitorace glykemie

Kontinuální monitorace glykemie (CGM) představuje zásadní posun od tradičního selfmonitoringu k průběžnému sledování glykemie v reálném čase. Systémy CGM měří koncentraci glukózy v intersticiální tekutině v pravidelných intervalech a poskytují nejen aktuální hodnotu, ale i informaci o jejím trendu. Tím umožňují detailnější zhodnocení vývoje glykemie v průběhu dne i noci, včetně identifikace hyper- a hypoglykemie a posouzení glykemické variability. Na základě těchto dat lze přesněji upravovat dávkování inzulínu a lépe individualizovat léčbu (26).

V klinické praxi vede využití CGM ke zlepšení kompenzace diabetu a současně ke snížení rizika hypoglykemie. U pacientů s diabetem mellitem 1. typu se stává standardní součástí léčby a jeho význam roste i u pacientů s diabetem mellitem 2. typu léčených inzulínem (27, 28).

Automatizované systémy dávkování inzulínu

Automatizované systémy dávkování inzulínu (AID), často označované jako hybridní uzavřené okruhy (hybrid closed-loop), představují nejpokročilejší formu technologické podpory inzulinoterapie. Tyto systémy propojují kontinuální monitoraci glykemie s inzulinovou pumpou prostřednictvím matematického algoritmu, který automaticky upravuje dávku inzulínu na základě aktuálních hodnot glykemie (29).

Principem je vytvoření propojeného systému, který:

- průběžně vyhodnocuje glykemii,
- predikuje její vývoj,
- automaticky upravuje bazální dávkování inzulínu.

Současné systémy jsou převážně hybridní, což znamená, že pacient nadále zadává informace o příjmu sacharidů a v ideálním případě také aplikuje bolus inzulínu před jídlem. Tyto systémy významně snižují glykemickou variabilitu a zvyšují podíl času stráveného v optimálním rozmezí glykemie. Další vývoj směřuje k plně automatizovaným systémům bez nutnosti zásahu pacienta.

Chytrá inzulinová pera

Chytrá inzulinová pera představují technologický most mezi tradiční injekční terapií a inzulinovými pumpami s automatizovaným dávkováním inzulínu. Tato zařízení umožňují zaznamenávat dávky inzulínu, čas podání a v některých případech komunikovat s mobilními aplikacemi a/nebo systémy pro kontinuální monitoraci glykemie. Jejich přínos spočívá především ve zlepšení adherence k léčbě, snížení rizika chyb v dávkování a lepší zpětné vazbě pro pacienta i lékaře.

U pacientů, kteří nepoužívají inzulinovou pumpu, mohou chytrá pera významně přispět k optimalizaci léčby bez nutnosti přechodu na komplexnější technologii (30).

Navzdory významným přínosům jsou moderní technologie v inzulinoterapii spojeny s určitými limitacemi. Jejich efekt závisí na správném používání, což klade nároky na edukaci a aktivní spolupráci pacienta. Dalšími faktory jsou ekonomická dostupnost a technická komplexita těchto systémů, které mohou představovat bariéru jejich širšího využití. U části pacientů může hrát roli i psychologická zátěž spojená s trvalým používáním zařízení. Technologie proto nepředstavují univerzální řešení, ale nástroj, jehož přínos je podmíněn vhodnou indikací a schopností pacienta je efektivně využívat.

Individualizace léčby

Současná inzulinoterapie je založena na individualizovaném přístupu, který zohledňuje heterogenitu pacientů, rozdíly v průběhu onemocnění, přítomnost komorbidit i životní

styl. Cílem je dosáhnout optimální glykemické kontroly při minimalizaci rizika hypoglykemie a současném omezení léčebné zátěže. Výběr inzulinového režimu by měl odpovídat nejen metabolickým potřebám, ale i schopnostem a preferencím pacienta. U části nemocných je vhodné preferovat jednodušší schémata, například bazální inzulín, zatímco u jiných lze využít intenzifikovanou léčbu nebo technologicky pokročilé přístupy. Zjednodušení léčby, pokud je to klinicky možné, může vést ke zlepšení adherence a dlouhodobých výsledků (31).

Glykemické cíle je nutné stanovovat individuálně s ohledem na věk, délku trvání diabetu, přítomnost komplikací a riziko hypoglykemie. U mladších pacientů lze usilovat o těsnější kompenzaci, zatímco u starších nebo polymorbidních pacientů je často vhodnější volit méně přísné cíle s důrazem na bezpečnost (32).

U pacientů s diabetem 2. typu je inzulín často součástí kombinované terapie a jeho použití závisí na fázi onemocnění a reziduální sekreci inzulínu. V časnějších stádiích může postačovat bazální inzulín, zatímco v pokročilejších fázích je obvykle nutná intenzifikace léčby. Individualizace zahrnuje také volbu vhodných technologií. Zatímco u pacientů schopných aktivní spolupráce mohou CGM a AID systémy významně zlepšit kompenzaci, u jiných je vhodnější jednodušší režim (33).

Závěr

Inzulinoterapie zůstává i více než sto let od svého objevu základním pilířem léčby diabetu. Její současná podoba je výsledkem vývoje, který vedl k moderním inzulinovým analogům, pokročilým technologiím jejich podávání a důrazu na individualizaci léčby. Kombinace farmakologických inovací, kontinuální monitorace glykemie a automatizovaných systémů dávkování inzulínu umožňuje přesnější a bezpečnější řízení glykemie. Přesto však zůstává výzvou plné napodobení fyziologické regulace, což určuje směr dalšího vývoje inzulinoterapie.

LITERATURA

1. Akbarian M. Insulin therapy: a valuable legacy and its future perspective. *Int J Biol Macromol.* 2021;181:1224-1230.
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 9. Pharmacologic Approaches to Glycemic Treatment: Standards of Care in Diabetes – 2026. *Diabetes Care.* 2026;49(Suppl 1):S183.
3. Kramer CK, Retnakaran R, Zinman B. Insulin and insulin analogs as antidiabetic therapy: A perspective from clinical trials. *Cell Metab.* 2021;33(4):740-747.
4. Diabetes Control and Complications Trial 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(14):977-986.
5. Owens DR, Zinman B, Bolli GB. Insulins today and beyond. *Lancet.* 2001;358(9283):739-746.