proLékaře.cz | 9.11.2026

Fyzická aktivita s hybridním uzavřeným okruhem

Physical activity with a hybrid closed-loop system

Eva Horová, Eliška Zadáková
III. interní klinika – klinika endokrinologie a metabolismu 1. LF UK a VFN v Praze

Souhrn
V České republice je díky dobře nastavené úhradě pojišťovnami již drtivá převaha inzulinových pump ve formě hybridních uzavřených systémů (lze se setkat se zkratkami **HCL** – Hybrid Closed-Loop nebo **AID** – Automated Insulin Delivery) a pumpy bez automatických funkcí (tzv **CSII** – Continuous Subcutaneous Insulin Infusion nebo také open-loop systémy) již postupně mizí. HCL přinesly do života lidí s diabetem 1. typu lepší kompenzaci a výrazné usnadnění managementu léčby včetně řešení fyzické aktivity. Navzdory rychlému vývoji a neustálému technickému zlepšování je však stále nutné pumpě oznamovat jídla (předsazovat bolusy) a plánované zahájení fyzické aktivity. Je také stále nutné počítat se zpožděním glykemie mezi krví a intersticiem (senzorem). Ke sportu je dobré mít pumpu správně nastavenou, vědět, jak její algoritmus funguje, a znát strategie k udržení normoglykemie. Bez těchto znalostí pumpa funguje také, ale radost ze sportu může kazit strach z hypoglykemie, kolísání hodnot nebo často nadbytečný příjem sacharidů [1].

Klíčová slova: diabetes 1. typu – fyzická aktivita – hybridní uzavřený okruh

Summary
In the Czech Republic, thanks to the well-adjusted reimbursement by insurance companies, there is already an overwhelming prevalence of insulin pumps in the form of hybrid closed-loop systems (one can meet the abbreviations HCL – Hybrid Closed-Loop or AID – Automated Insulin Delivery) and pumps without automatic functions (so-called CSII – continuous subcutaneous insulin infusion or also open-loop systems) are gradually disappearing. HCLs have brought better control and greatly facilitated treatment management, including physical activity, to the lives of people with type 1 diabetes. Despite rapid development and continuous technical improvements, it is still necessary to announce meals to the pump (pre-bolus) and inform it about planned physical activity. It is also still necessary to account for the delay in glucose between blood and interstitium (sensor). For sports, it is good to have the pump set up correctly, to know how its algorithm works and to know the strategies to maintain normoglycemia. Without this knowledge the pump works well, but the joy of sport can be spoiled by fear of hypoglycemia, fluctuating values or often excess carbohydrate intake [1].

Keywords: Hybrid Closed-Loop – physical activity – type 1 diabetes

✉ **MUDr. Eva Horová Ph.D.** | eva.horova@lf1.cuni.cz | http://int3.lf1.cuni.cz/
Doručené do redakcie | Received 17. 2. 2025
Prijaté po recenzii | Accepted 2. 4. 2025

Úvod

Pro terapii inzulinovou pumpou bez ohledu na to, zda s uzavřeným (Hybrid Closed-Loop – HCL) nebo otevřeným okruhem, i bez ohledu na množství aktivity, jsou zásadní dvě věci:

- snížení rychlosti bazálního inzulinu nebo nastavení režimu pro sport (ideálně 1–2 hod) před aktivitou
- doplňování sacharidů při aktivitě

Algoritmy HCL jsou specifické v tom, že při konzumaci sacharidů s větším předstihem před cvičením dojde k vzestupu glykemie, a tím ke zvýšení dávky bazálního inzulinu/mikrobolusům. Sacharidy k aktivitě (tzv. extra-carbs) by proto měly být doplňovány ideálně ve formě „rychlých cukrů" těsně na začátku a během cvičení a systém by neměl být o těchto sacharidech informován, protože všechny současné algoritmy by buď

proLékaře.cz | 9.11.2026

doporučily inzulinový bolus, nebo zvýšily dodávku inzulinu v následujících hodinách [2]. Pokud sportovec pumpu k aktivitě sundává na delší dobu (více než 2 hod), je potřeba dodávat inzulin jiným způsobem, buď dopichy pery nebo intermitentním připojováním pumpy (například mezi zápasy) a podáním bolusu.

Přehled aktuálně dostupných hybridních uzavřených okruhů

MiniMed 780G se systémem SmartGuard (MM 780G) a senzory Guardian 4 (Medtronic): algoritmus této pumpy nezohledňuje nastavenou rychlost bazálního inzulinu a přizpůsobuje dodávání inzulinu na základě glykemií ze senzoru a jejich vývoji se zohledněním celkové denní dávky inzulinu v předchozích 6 dnech. Pumpa se tzv. „učí" a umí se přizpůsobovat v dlouhodobějším časovém horizontu, tedy i s postupující trénovaností. IOB (Inzulin On Board, také aktivní inzulin) zahrnuje veškerý bolusový inzulin (bolusy na jídlo, korekční bolusy, automatické korekce), v IOB není zahrnut bazální inzulin. Autokorekční bolusy je možné vypnout. Citlivost na inzulin je řízena algoritmem. Bez ohledu na aktivní režim pro sport vypne algoritmus vždy bazální inzulin při glykemii < 4,4 mmol/l [3].

Tandem t:slim X2 se systémem Control IQ a senzory Dexcom G6/G7 (A.IMPORT): algoritmus této pumpy přizpůsobuje naprogramovanou rychlost bazálního inzulinu, pokud je predikce glykemií ze senzoru mimo příslušné rozmezí. Pumpa tzv. „předpokládá". Je možné nastavit až 6 osobních profilů, které dále zpřesňují požadavky na sport. IOB zahrnuje veškerý bazální inzulin dodaný nad nebo pod naprogramovanou bazální rychlost, stejně jako veškerý podaný bolusový inzulin. Automatické korekce jsou podávány při predikované glykemii > 10 mmol/l, maximálně jednou za hodinu a minimálně 1 hodinu po předchozím jakémkoliv bolusu. Autokorekce nelze vypnout. S postupující trénovaností je potřeba měnit nastavení a celkovou denní dávku inzulinu.

Mylife YpsoPump s aplikací CamAPS a senzory Dexcom G6: algoritmus CamAPS využívá adaptivní učení z posledních 5 dnů podobně jako MM 780G. Systém umožňuje nastavení cílové glykemie v rozmezí 4,4–11,0 mmol/l a obsahuje doplňkové režimy Ease-off a Boost, je tedy možné přesnější individuální nastavení. Algoritmus se sám adaptuje na postupující trénovanost a zohledňuje tělesnou hmotnost. Do IOB se započítává jakýkoli bolus podaný pomocí bolusového kalkulátoru, trvání aktivního inzulinu přizpůsobuje algoritmus. Bazální inzulin není do IOB započítáván. Je možná detailní vizualizace inzulinové dynamiky, včetně farmakokinetiky bazální dávky.

TouchCare Nano A8 s aplikací EasyPatch: aktuálně jediná bezhadičková náplasťová pumpa se systémem HCL na českém trhu, senzory Nano A8 CGM (Medtrum); využívá adaptivní algoritmus, který se učí z dat za posledních 14 dní. Na tuto pumpu zatím chybí evidence based doporučení k fyzické aktivitě, ale pro její minimální rozměr a bezhadičkovost je žádaná.

Neoficiální systémy OpenAPS: parametry těchto systémů jdou velmi individualizovat, cílové glykemie lze nastavit 4,8–10,0 mmol/l. Algoritmus pro fyzickou aktivitu umožňuje více vlastních režimů, které mohou být uživatelem předprogramovány. U všech těchto systémů je možné nastavit snížené požadavky na inzulin zvýšením cílového rozmezí a snížením celkové potřeby inzulinu. Je možné vypnout funkci automatických korekcí. Nastavení určitých funkcí však může být pro uživatele složité [4].

Výhody a nevýhody hybridních uzavřených okruhů na sport

Největší výhody HCL ke sportu jsou [5]:

- možnost snížení dodávání inzulinu na období, kdy je předpokládaná nízká glykemie
- automatické zastavení při hrozící hypoglykemii
- možnost ponechat vyšší cílovou glykemii (režim pro sport) i na noc při hrozící hypoglykemii
- účinné řešení mezidenní variability dle sportovních a nesportovních dnů
- znalost aktivního inzulinu v těle (IOB)
- možnost využití integrovaného bolusového kalkulátoru k přesnějšímu výpočtu dávek inzulinu
- zlepšení všech „in range" parametrů u sportovců na HCL, zlepšení HbA_{1c} [6]

Potenciální nevýhody nebo výzvy HCL ke sportu jsou (je nutné zdůraznit, že studiemi podložené výhody terapie HCL značně převažují ve srovnání s nevýhodami) [7]:

- při úpravě dávkování inzulinu pumpou se efekt na glykemii projeví až s delším časovým odstupem (60–90 minut), tento efekt je daný podkožním podáním inzulinu, je tedy i u per, u pumpy však uživatelé často očekávají efekt okamžitý [8]
- obecně při sportu dochází k rychlejším změnám glykemie a prodlužuje se zpoždění glykemie mezi krví a intersticiem, což zpožďuje schopnost algoritmu poznat hrozící hypoglykemii a její vyřešení [9]
- přejedení hypoglykemie a předléčení hrozící hypoglykemie vyvolá zvýšené dávkování inzulinu, což je pro sport nežádoucí
- nutnost nastavení/spuštění režimu pro sport či přenastavení pumpy před aktivitou (zatím algoritmus neumí fyzickou aktivitu rozeznat sám)

proLékaře.cz | 9.11.2026

- nutnost vypnutí režimu pro sport po aktivitě, ev. rozvaha nad délkou nastavení tohoto režimu
- při určitých typech sportu je nutné pumpu sundat, aby nedošlo ke stržení nebo poškození (týmové sporty, kontaktní sporty, potápění), při sundání pumpy (ne déle než na 2 hodiny) je vhodné ručně zastavit výdej inzulinu
- manipulace s pumpou/upevnění při jejím nošení na sport
- řešení dosahu senzoru a u některých pump nutnost párování po vypnutí, pumpa je do cca 6 metrů od senzoru v kontaktu, možno řešit pravidelným přiblížením k odložené pumpě (okruhy na stadionu, pumpa v blízkosti bazénu, ...)

Režim pro sport na hybridním uzavřeném okruhu

Všechny aktuálně dostupné HCL mají možnost spuštění/nastavení režimu pro sport, který obecně cílí na vyšší glykemii a je vhodný pro lehkou až středně intenzivní aktivitu. Tento režim má různé názvy dle konkrétního typu pumpy, různá specifika dle algoritmu a je možné ho využít pouze při fungujícím uzavřeném okruhu (tab).

MiniMed 780G: režim „dočasný cíl", cílí na glykemii 8,3 mmol/l, jsou při něm zablokovány automatické korekce a je nutné nastavit délku jeho trvání (30 min až 24 hod).

Tandem t:slim X2: režim „fyzická aktivita", pokud je předpokládaná glykemie ze senzoru < 4,4 mmol/l, zastaví podávání inzulinu, < 7,8 mmol/l sníží podávání inzulinu a pokud je glykemie v rozmezí 7,8–8,9 mmol/l, je inzulin dávkován dle „osobního profilu". Režim „fyzická aktivita" je nutné spustit a vypnout (po aktualizaci na senzory Dexcom G7 je možné nastavit časovač v rozmezí 30 min až 8 hod) a nejsou při něm zablokovány automatické korekce (ty jsou podávány při predikované glykemii > 10 mmol/l, ale lze je na 60 min zablokovat podáním minimálního bolusu 0,05 IU).

Mylife YpsoPump s CamAPS: funkce „ease-off", při které je algoritmus méně agresivní a dočasně zvyšuje cíl glykemie a snižuje výdej bazálního inzulinu. Při glykemii < 7 mmol/l systém nevydává žádný inzulin a zastaví výdej inzulinu i v případě, že glykemie rychle klesá. „Ease-off" je možné nastavit na 0–24 hod. Při zapnuté funkci „ease-off" se systém neučí. „Ease-off" jde předprogramovat a poté se sám automaticky spustí a vypne v požadovaném časovém období (např. pravidelné tréninky u dětí).

TouchCare Nano A8: režim „cvičení" spustí dočasný cíl, který cílí na glykemii 8,3 mmol/l a lze ho nastavit na 30 min až 12 hod. V mnoha ohledech se režim „cvičení" podobá režimu pro sport na MM 780G, na rozdíl od něj ale nejsou blokovány automatické korekce. Další možností pro snížení aktivního inzulinu v průběhu sportu je zapnutí „osobního profilu" (celkem 8 různých) s přednastavenou redukovanou bazální dávkou. Na rozdíl od funkce „control-IQ" na Tandem však „osobní profil" na Nano A8 funguje pouze v manuálním režimu bez možnosti využití automatického dávkování inzulinu.

Doporučení pro hybridní uzavřený okruh před, při a po fyzické aktivitě

Důležité je, zda člověk fyzickou aktivitu plánuje a stihne to pumpě s předstihem oznámit nastavením, nebo sportuje neplánovaně a nastavuje až těsně při zahájení sportu (případně nenastavuje vůbec). Dalším parametrem k rozvaze je typ plánovaného sportu a očekávaný pokles nebo vzestup glykemie (aerobní vs anaerobní sport). V neposlední řadě by mělo i místo zavedení kanyly zohledňovat druh sportu a vyhýbat se nejvíce zapojeným svalovým skupinám.

Hlavním rozdílem v doplňování sacharidů při sportu s HCL je nutnost zohlednit aktuální glykemii, protože vzestup glykemie na uzavřené smyčce vede k navyšování dodávky inzulinu. Zatímco bez HCL je doporučeno k fyzické aktivitě doplňovat sacharidy pravidelně v dávce cca 0,5 g sach/kg tělesné hmotnosti na každou hodinu středně intenzivní zátěže, s HCL je nyní nově doporučeno doplňovat sacharidy jen při poklesu glykemie < 7 mmol/l **[2]**.

Před fyzickou aktivitou

- u aerobního a smíšeného typu aktivity nastavit (1–2 hod předem, pokud se nestihne, tak nejpozději hned při zahájení) režim pro sport [10]

Tab. | Přehled jednotlivých režimů pro sport dle typu pumpy a algoritmu

typ algoritmu	MiniMed 780G se SmartGuard	Tandem s Control-IQ	Mylife YpsoPump s CamAPS FX	TouchCare Nano A8 s EasyPatch
režim pro sport	„dočasný cíl" (8,3 mmol/l)	„fyzická aktivita" (7,8-8,9 mmol/l)	„ease-off" (automaticky zvýší cílovou glykemii o 2 mmol/l oproti aktuálně nastavené cílové glykemii, při glykemii < 7 mmol/l systém nevydává žádný inzulin)	„cvičení" (8,3 mmol/l)

proLékaře.cz | 9.11.2026

- redukovat bolus k jídlu o 25–33 % (při zahájení aerobní aktivity do 2 hod po jídle), nastavení režimu pro sport by mělo předcházet redukci prandiálního bolusu
- u neplánované aerobní aktivity sníst 10–20 g sacharidů před aktivitou, pokud je glykemie < 7 mmol/l [11]
- sacharidy konzumované k úpravě glykemie před sportem pumpě neoznamovat, nekrýt doporučeným bolusem a konzumovat je až po spuštění režimu pro sport, ideálně těsně před aktivitou
- při sundání pumpy (ne déle než na 2 hodiny) ručně zastavit výdej inzulinu, k poklesu inzulinemie však dojde až s časovým odstupem 1–2 hod, pumpa je do cca 6 metrů od senzoru v kontaktu
- při očekávaném vzestupu glykemie ponechat na HCL obvyklou cílovou glykemii nebo ji snížit těsně před aktivitou, prandiální bolus je doporučeno ponechat obvyklý, není potřeba konzumovat sacharidy nebo jen malé množství

Při fyzické aktivitě

- nastavený režim pro sport při aerobní a smíšené aktivitě
- pokud to pumpa umožňuje, spustit k režimu pro sport „osobní profil" s nižší dávkou bazálního inzulinu a vyšším parametrem citlivosti (Tandem) nebo k režimu pro sport zvýšit cílovou glykemii (CamAPS)
- pravidelně kontrolovat glykemii ze senzoru, trendové šipky a aktivní inzulin
- doplnit 3–20 g sacharidů při glykemii < 7 mmol/l, nekrýt bolusem, neoznamovat sacharidy pumpě, množství sacharidů dle trendových šipek [2]:
- 3–6 g pro horizontální šipku
- 6–9 g pro mírně klesající šipku
- 9–12 g pro klesající šipku
- 12–20 g pro dvě nebo tři klesající šipky
- kontrola glykemie a trendové šipky á 30 min, při glykemii < 7 mmol/l opět doplnění sacharidů
- nadměrný příjem sacharidů vede ke zvýšenému vydávání inzulinu, proto není s HCL doporučeno jejich pravidelné doplnění bez reflektování glykemie
- sníst 12–20 g sacharidů při hypoglykemii během aktivity
- při hyperglykemii během silové nebo vysoce intenzivní aktivity je možné podat redukovaný doporučený bolus (přibližně o 50 %)

Po fyzické aktivitě

- režim pro sport vypnout s koncem fyzické aktivity
- při nebezpečí hypoglykemie je možné ponechat režim pro sport ještě několik hodin po skončení aktivity, případně i na noc
- při hyperglykemii po silové nebo vysoce intenzivní aktivitě je možné glykemii snížit přidáním lehké aerobní aktivity nebo vyčkat na samovolný pokles, případně podat redukovaný doporučený bolus (o 50 %)
- pokud byla na sport pumpa odpojena, je doporučeno po napojení podat bolus odpovídající 50 % nepodaného bazálního inzulinu
- zvážit redukci prandiálního bolusu k jídlu po aktivitě o 25–33 %

Výkonnostní a vrcholový sport s hybridním uzavřeným okruhem

Sportovci s kompenzací dle HbA_{1c} < 48 mmol/mol mají výkonnost srovnatelnou s osobami bez diabetu [9], udržení normoglykemií při výkonnostním a kompetitivním sportu však není snadné bez ohledu na způsob podávání inzulinu. Využití kontinuální monitorace s alarmy je u těchto sportovců základem. Léčba HCL přináší výkonnostním sportovcům výhody především v [2]:

- manipulaci s bazálním inzulinem
- v ochraně před noční hypoglykemií

Hlavní nevýhody HCL při kompetitivním sportu jsou:

- zvýšené dávkování inzulinu při stresové hyperglykemii před závodem a při doplňování větších dávek sacharidů
- sportovcům většinou nevyhovuje nutnost nošení pumpy při závodu/zápase/soutěži, dochází často ke stržení a následnému stresu s přepichováním kanyly
- závody často trvají mnoho hodin a sportovci sundávají pumpu na nevhodně dlouhou dobu

I tak výhody HCL převažují a při využití výše uvedených možností výkonnostní sportovci z terapie pumpou profitují.

Shrnutí pro praxi

- hlavní výhody pumpy s hybridním uzavřeným okruhem na sport jsou: možnost snížení dodávání inzulinu na období předpokládané nízké glykemie, zastavení před hrozící hypoglykemií a znalost aktivního inzulinu
- pumpě s hybridním uzavřeným okruhem je stále nutné oznamovat jídla (předsazovat bolusy) a plánované zahájení fyzické aktivity
- fyzickou aktivitu s pumpou je nejlepší plánovat předem
- k většině druhů fyzické aktivity je vhodné nastavit režim pro sport (ideálně 1–2 hod předem)
- bolus k jídlu před aktivitou je vhodné snížit o 25–33 % (při zahájení aerobní aktivity do 2 hod po jídle)

proLékaře.cz | 9.11.2026

- při aktivitě doplnit 3–20 g sacharidů při glykemii < 7 mmol/l, nekrýt bolusem, neoznamovat sacharidy pumpě
- pravidelně kontrolovat glykemii ze senzoru, trendové šipky a aktivní inzulin
- nadměrný příjem sacharidů vede ke zvýšenému vydávání inzulinu, proto není s chytrou pumpou doporučeno jejich pravidelné doplňování bez reflektování glykemie

Podpořeno MZČR-RVO-VFN00064165

Literatura

1. Zaharieva DP, Morrison D, Paldus B et al. Practical aspects and exercise safety benefits of automated insulin delivery systems in type 1 diabetes. Diabetes Spectr 2023; 36(2): 127–136. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/dsi22–0018>.

2. Moser O, Zaharieva D, Adolfsson P et al. The use of automated insulin delivery around physical activity and exercise in type 1 diabetes: a position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD). Diabetologia 2025; 68(2): 255–280. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00125–024–06308-z>.

3. O'Neal DN, Zaharieva DP, Morrison D et al. Exercising safely with the MiniMed 780G automated insulin delivery system. Diabetes Technol Ther 2024; 26(S3): 84–96.Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/dia.2023.0420>.

4. Perkins BA, Turner LV, Riddell MC. Applying technologies to simplify strategies for exercise in type 1 diabetes. Diabetologia 2024; 67(10): 2045–2058. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00125–024–06229-x>

5. Zeng B, Gao L, Yang Q et al. Automated insulin delivery systems in children and adolescents with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis of outpatient randomized controlled trials. Diabetes Care 2023; 46(12): 2300–2307. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/dc23–0504>.

6. Eckstein ML, Weilguni B, Tauschmann M et al. Time in range for closed-loop systems versus standard of care during physical exercise in people with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. J Clin Med 2021; 10(11): 2445. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm10112445>.

7. Paldus B, Morrison D, Lee M et al. Strengths and challenges of closed-loop insulin delivery during exercise in people with type 1 diabetes: potential future directions. J Diabetes Sci Technol 2023; 17(4): 1077–1084. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/19322968221088327>.

8. Zaharieva DP, McGaugh S, Pooni R et al. Improved Open-Loop Glucose Control With Basal Insulin Reduction 90 Minutes Before Aerobic Exercise in Patients With Type 1 Diabetes on Continuous Subcutaneous Insulin Infusion. Diabetes Care 2019; 42(5): 824–831. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/dc18–2204>.

9. Moser O, Riddell MC, Eckstein ML et al. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). Diabetologia 2020; 63(12): 2501–2520. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00125–020–05263–9>.

10. Askari MR, Ahmadasas M, Shahidehpour A et al. Multivariable automated insulin delivery system for handling planned and spontaneous physical activities. J Diabetes Sci Technol 2023; 17(6): 1456–1469. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/19322968231204884>.

11. Zimmer RT, Auth A, Schierbauer J et al. (Hybrid) Closed-loop systems: from announced to unannounced exercise. Diabetes Technol Ther 2023; online ahead of print. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/dia.2023.0293>.