

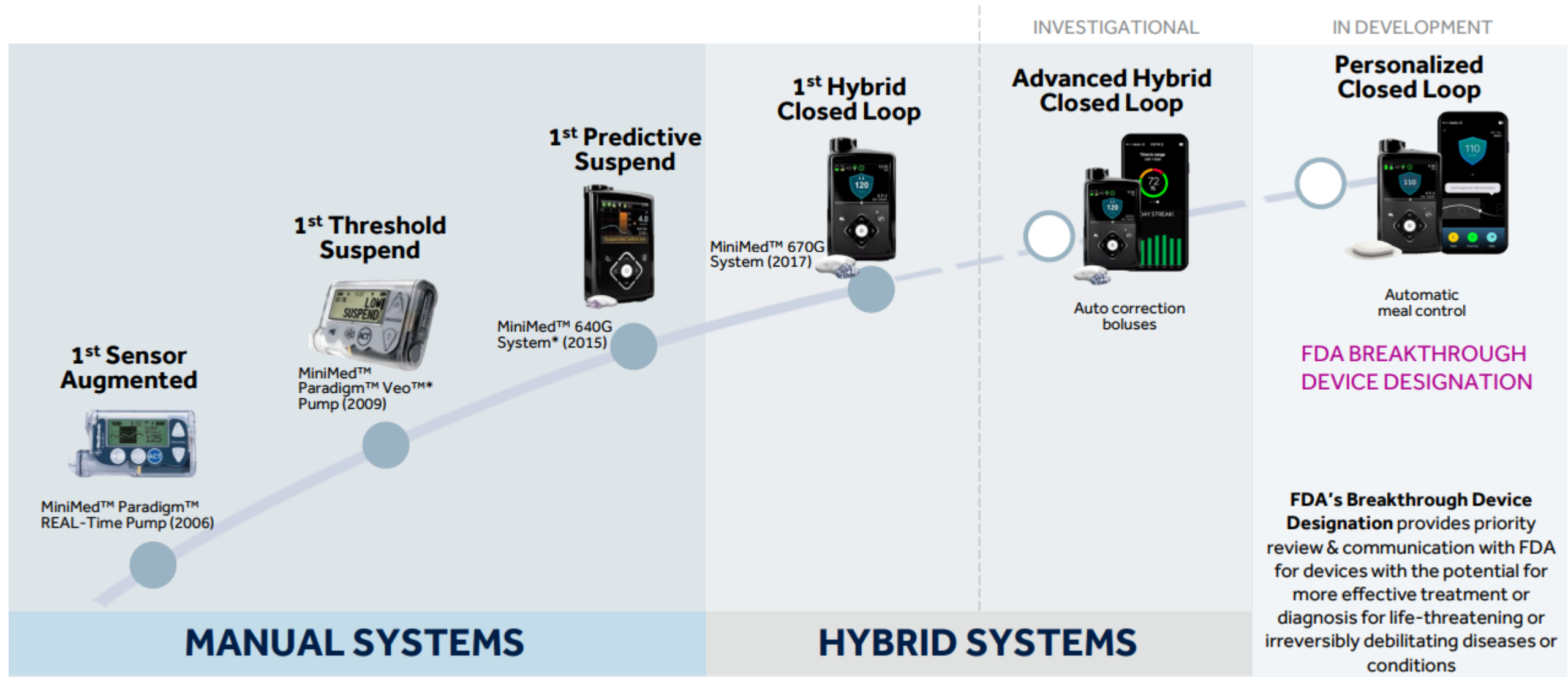
Pokročilé funkce a zařízení pro self-management diabetu

Anna Holubová

anna.holubova@lf1.cuni.cz

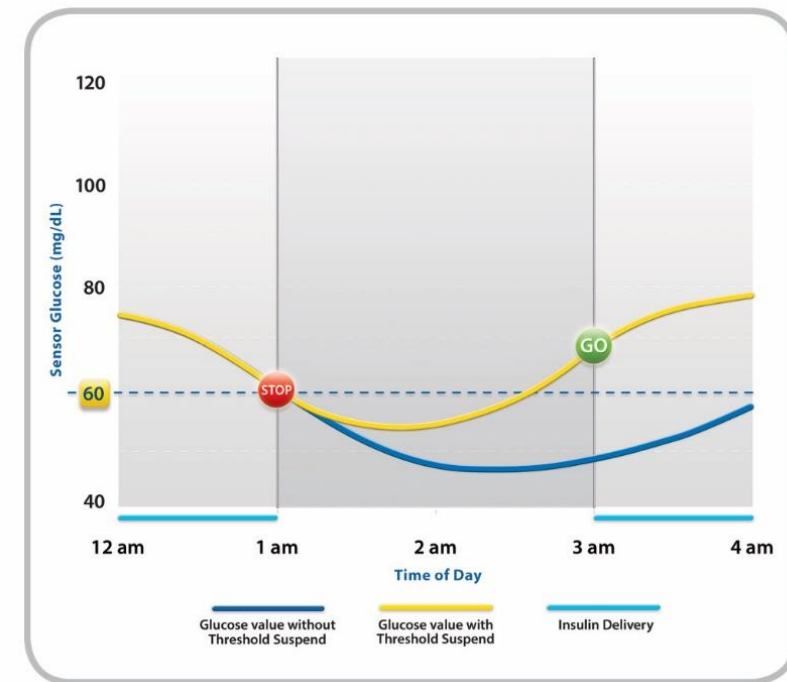
Centrum podpory aplikačních výstupů a spin-off firem 1. LF UK

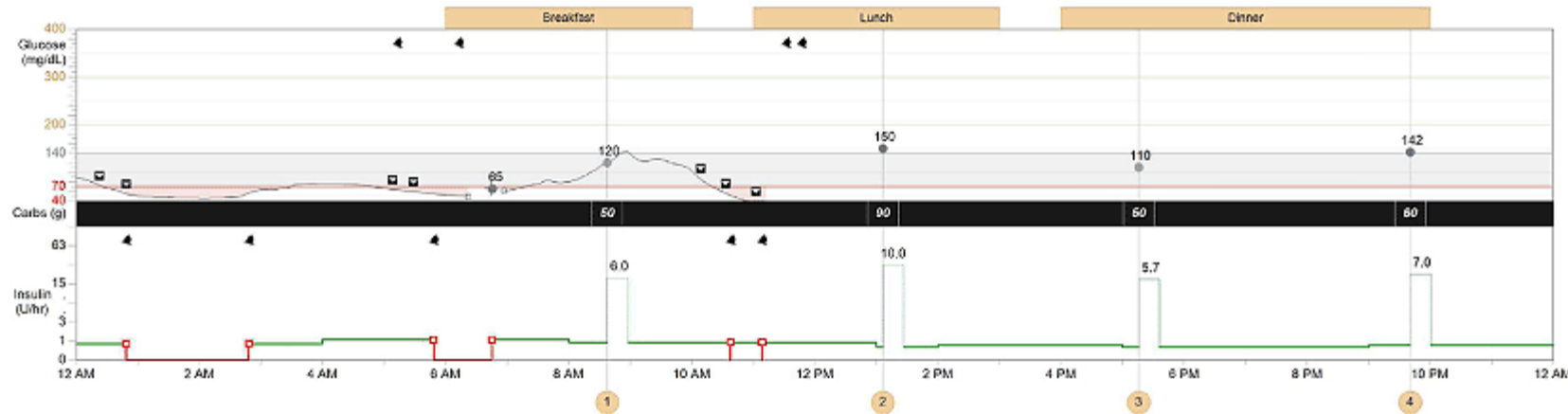
Moderní technologie v diabetologii
Zimní semestr 2020/21



Low Glucose Suspend

- Zásadní komplikace - zpoždění
 - Zpoždění CGM
 - Zpoždění efektu zastavení dodávky inzulínu
- Low Glucose Suspend
 - Pouze řešení hypoglykemií – dodávka inzulínu lze automaticky jen zastavit
 - Dávkování inzulínu je zastaveno (suspend) až na 2h, pokud aktuální glykémie klesne na/pod předem nastavený nízký práh glykémie
 - Automatická obnova dodávky se dostaví po 2h





Bolus Events									
Bolus Event	1	2	3	4					
Time	8:37 AM	1:06 PM	5:15 PM	9:40 PM					
Bolus Type	Normal	Normal	Normal	Normal					
Delivered Bolus Norm (U)	6.00	10.0	5.70	7.00					
+ Square Portion (U, h:mm)	--	--	--	--					
Recommended Bolus (U)	6.00	11.2	5.70	7.00					
Difference (U)	--	-1.200	--	--					
Carbs (g)	50	90	50	60					
Carb Ratio Setting (g/U)	9.0	9.0	9.0	10.0					
Food Bolus (U)	5.50	10.0	5.50	6.00					
BG (mg/dL)	120	150	110	142					
BG Target Setting (mg/dL)	90 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100					
Insulin Sensitivity Setting (mg/dL per U)	40	40	40	40					
Correction Bolus (U)	0.500	1.20	0.200	1.00					
Active Insulin (U)	--	--	--	--					

Statistics	11/23	11/18 - 11/29
Avg BG (mg/dL)	117	148 ± 53
BG Readings	5	83 6.9/day
Readings Above Target	2	40% 37 45%
Readings Below Target	1	
Sensor Avg (mg/dL)	72 ± 26	
Avg AUC > 140 (mg/dL)	0.0	
Avg AUC < 70 (mg/dL)	8.6	
Daily Carbs (g)	250	
Carbs/Bolus Insulin (g/U)	8.7	
Total Daily Insulin (U)	45.4	
Daily Basal (U)	16.7	
Daily Bolus (U)	28.7	
Fills	--	

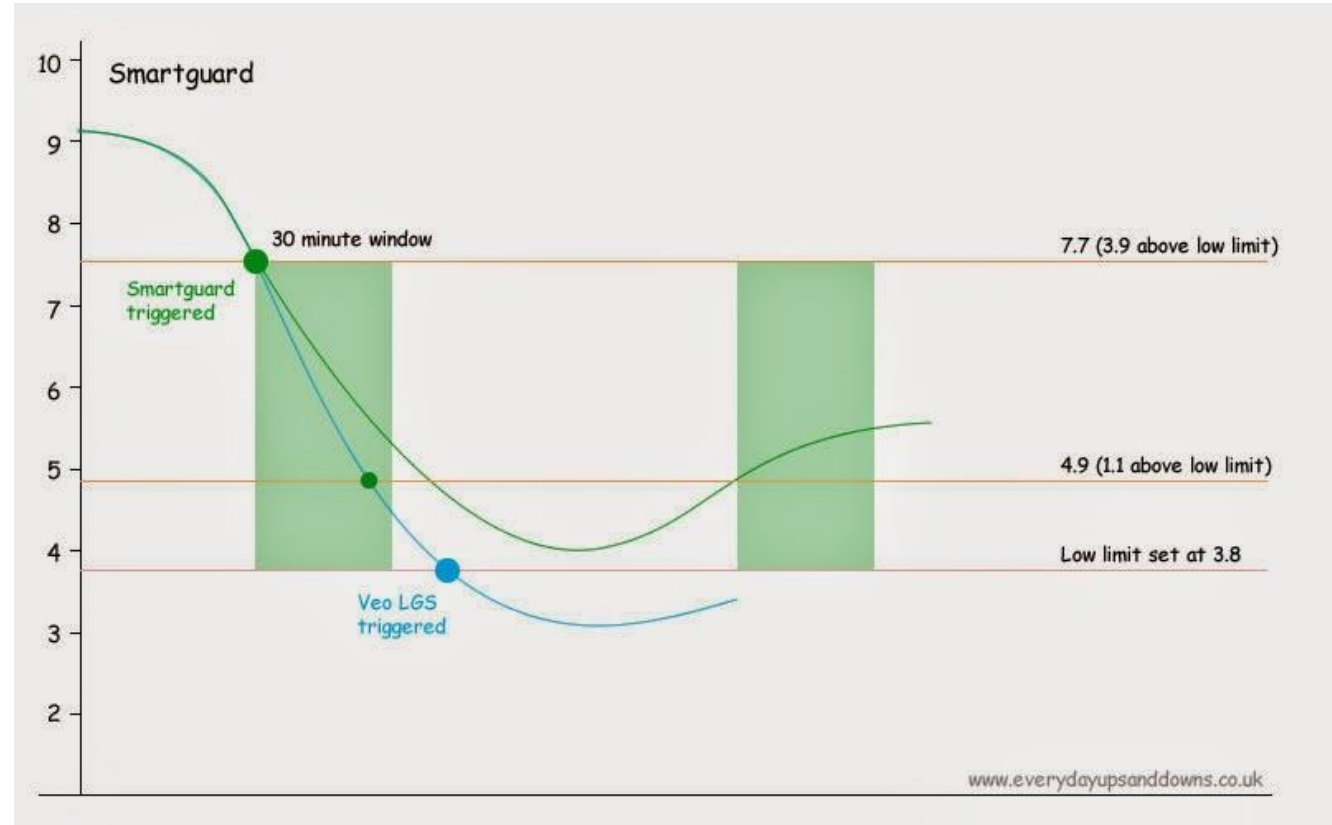
~ Sensor trace ● BG reading ○ Linked BG --- Basal --- Bolus ⏸ Suspend ⌚ Time change ❤ Exercise
~ Interrupted ▼ Off chart + Calibration BG --- Temp basal 🔄 Pump rewind ⚠ Threshold Suspend 🟢 Injected insulin (U) 🟡 Other

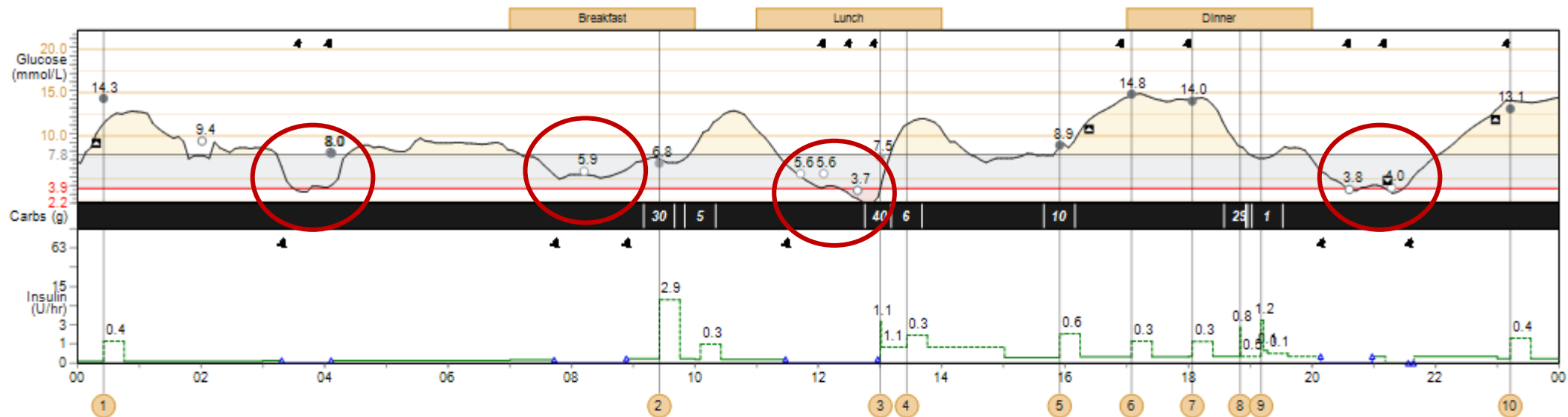
hranice klinicky významné
hypoglykémie: **3mmol/l**
(Stephanie Amiel, EASD Prague
2017)



Predictive Low Glucose Management

- Snaha, aby hypoglykemického prahu vůbec nebylo dosaženo
- Dodávka inzulínu je zastavena pokud je glykémie:
 - ≤ 3.9 mmol/L nad limitem nízké glykémie
 - pokud je predikováno, že do 30 minut dosáhne hodnoty o 1.1 mmol/L vyšší, než je nastavený nízký limit





Bolus Events										
Bolus Event	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Time	00:25	09:25	13:00	13:26	15:54	17:04	18:03	18:50	19:10	23:12
Bolus Type	Normal	Normal	Dual	Normal	Normal	Normal	Normal	Dual	Normal	Normal
Delivered Bolus Norm (U)	0.375	2.93	1.10	0.325	0.550	0.325	0.300	0.800	1.15	0.425
+ Square Portion (U, h:mm)	--	--	1.10, 2:00	--	--	--	--	0.525, 2:00	--	--
Recommended Bolus (U)	0.375	2.93	2.20	0.325	0.550	0.325	0.300	1.60	1.15	0.425
Difference (U)	--	--	--	--	--	--	--	-0.275	--	--
Carbs (g)	--	30	40	6	10	--	--	29	21	--
Carb Ratio Setting (g/U)	20.0	10.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	20.0
Food Bolus (U)	--	3.00	2.20	0.325	0.550	--	--	1.60	1.15	--
BG (mmol/L)	14.3	6.8	7.5	--	8.9	14.8	14.0	--	--	13.1
BG Target Setting (mmol/L)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Insulin Sensitivity Setting (mmol/L per U)	13.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	13.0
Correction Bolus (U)	0.500	-0.075	--	--	0.125	0.725	0.650	--	--	0.425
Active Insulin (U)	0.125	--	0.025	1.25	0.400	0.400	0.350	0.400	1.15	--

*Note: More than 10 boluses occurred. The 10 largest boluses are shown.

Statistics	24/04	24/04 - 01/05
Avg BG (mmol/L)	8.3	7.9 ± 3.9
BG Readings	16	105 12.7/day
Readings Above Target	8 50%	42 40%
Readings Below Target	2 12%	12 11%
Sensor Avg (mmol/L)	8.6 ± 3.2	9.0 ± 3.4
Avg AUC > 7.8 (mmol/L)	1.70 1d 0h	1.96 7d 16h
Avg AUC < 3.9 (mmol/L)	0.04 1d 0h	0.01 7d 16h
Daily Carbs (g)	144	151 ± 25
Carbs/Bolus Insulin (g/U)	13.9	15.3
Total Daily Insulin (U)	13.75	13.55 ± 2.1
Daily Basal (U)	3.43 25%	3.65 27%
Daily Bolus (U)	10.33 75%	9.91 73%
Fills	--	4 16.827U

Hybrid closed-loop (HCL)

- defaultně nastavená cílová glykémie na 120 mg/dL (6,7 mmol/L)
- cílové rozmezí glykémie 70 – 180 mg/dL (3.9 – 10 mmol/L)
- Automatická změna bazálního inzulínu na základě hodnot z CGM (zvyšuje i snižuje dávku inzulínu)

- PID-IFB algoritmus (IFB = Insulin Feedback)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3085208/>

- Přísná regulace „zespoda“, benevolentní „zeshora“
 - Významné snížení výskytu hypoglykemií
 - Pozvolná regulace hyperglykémie – trvá, než se pacient dostane na cílovou hodnotu

Medtronic Minimed 670G



Advanced Hybrid closed-loop (s auto-korekcí)

- Mikrobolusy
- Synchronizace s aplikací v telefonu -> bluetooth
- Sdílení dat (až 5 lidí)
- Nový algoritmus (izraelská společnost DreaMed)
- Nastavitelná cílová glykémie (min 5.5mmol/l)
- Umožňuje update SW
- Propojení s glukometrem ACCU-CHEK® Guide Link, CONTOUR® NEXT LINK 2.4

Medtronic Minimed 780G



Guardian™ Link 3 transmitter



MiniMed™ Mobile smartphone app



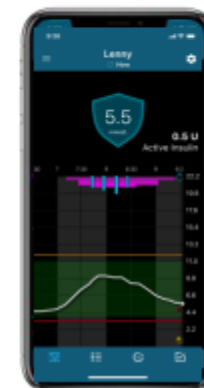
↔ Internet access not required
↔... Internet access required



MiniMed™ 780G pump



CareLink™ server



CareLink™ Connect app for any smartphone device



ACCU-CHEK® Guide Link meter

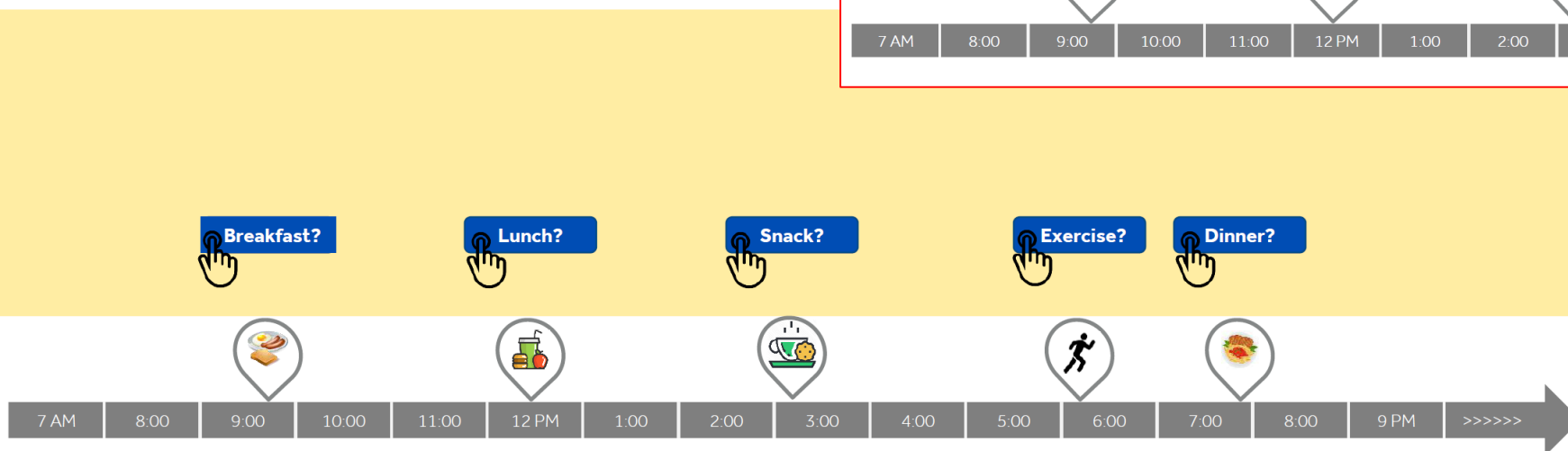


Computer USB

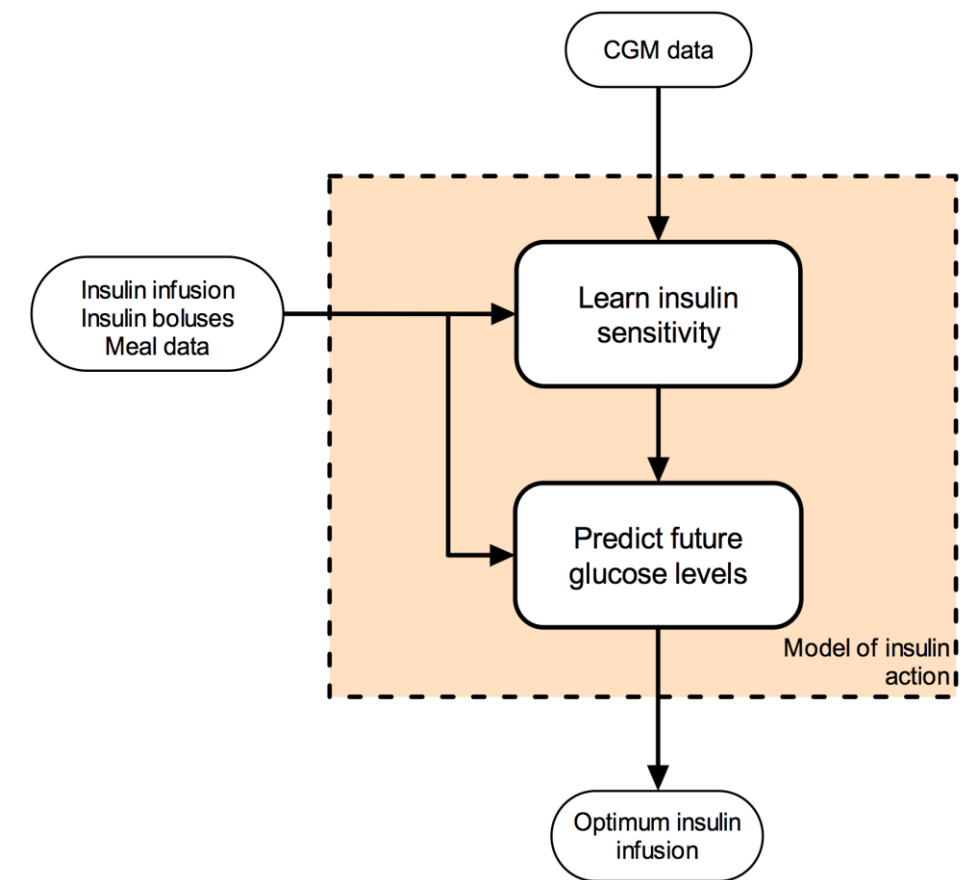
Blue adapter needed only if automatic uploads are not an option, e.g. no smartphone available

*Arrows indicate primary direction of data flow.
Visual does not depict future upgradeability functionality.*

TODAY



CamAPS – closed loop



- První komerčně dostupný produkt s ovládáním přes telefon (Android)
 - Zahrnuje do výpočtu CGM data, inzulínové dávky a příjem sacharidů
 - Automaticky upravuje rozšířené bolusy každých 10-12 minut pro modulaci bazálního dávkování
-
- Během Auto Mode režimu algoritmus vypočítává inzulínovou senzitivitu a aktivní inzulín
 - Nastavitelné – I/S poměr, cílová glykémie (defaultně 5.8 mmol/l, lze upravit)
 - Použití pro pacienty od 1 roku věku

CamAPS – closed loop

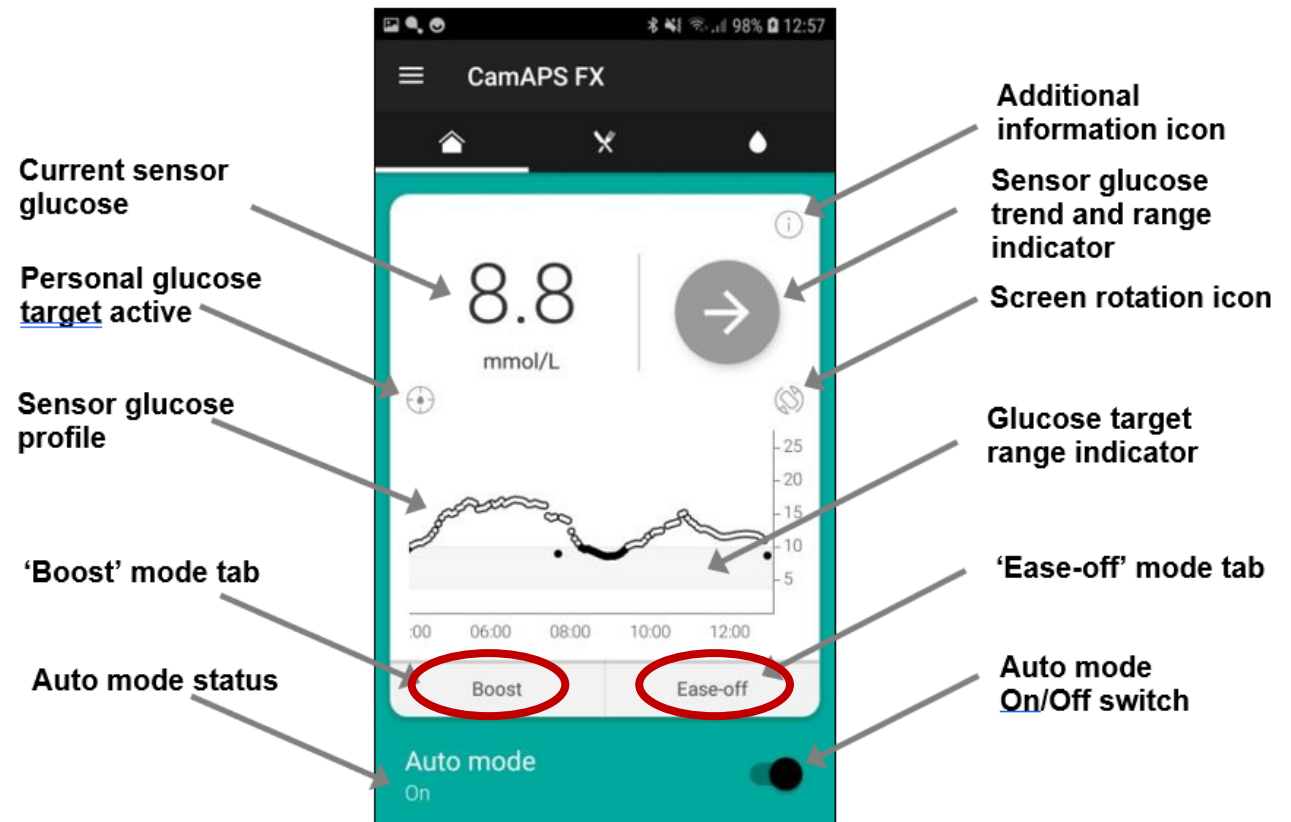
- Speciální režimy:

- **Ease off**

- Méně „agresivní“
 - 30% redukce bazálu, dočasné zvýšení cílové glykémie
 - Použití např. před/během fyzické aktivity, při hypoglykémii, v horkém počasí

- **Boost**

- „agresivnější“ přístup
 - zvýšení bazálu o 30%, jakmile glukóza dosáhne cílové hranice, boost funkce už nebude tlačit glukózu níže
 - Použití např. před menstruací u žen, lehká nemoc, hormonální výkyvy (adolescenti), postprandiální hyperglykémie



Diabeloop

- Kaleido patch pumpa
- Dexcom G6 CGM
- DBLG1 algoritmus
 - All-in-one controller – Pumpa, CGM a loop mode

