

# Ehealth tyypin 1 diabeteksen hoidossa

LT Anna-Kaisa Tuomaala, lastenendokrinologi  
HUS Lasten ja nuorten toimiala

# TYYPIN 1 DIABETES SAIRAUTENA

”Muilla automaattilaatikko, mulla manuaalivaihteet”



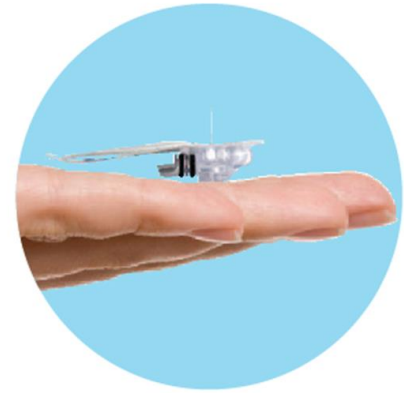
Hoitopäätöksiä pitää tehdä jatkuvasti päivän aikana..

Arjessa ERITTÄIN kuormittava sairaus!!

# VOISIKO TEKNOLOGIA AUTTAA?

- Insuliinipumput, ihonalaiskudoksesta glukoosia mittaavat glukoosisensorit jo normaalikäytönä
- Laitteiden kotipurut arkipäivää ja hyödynnetään päivittäin diabeteslääkärin arjessa
  - Data liikkuu kyllä
- Isolla osalla perheistä jo etäseuranta lapsen glukoosiarvoihin
  - Nightscout
- Tekoäly?
  - Hybridikeinohaimat!
    - DIYP
    - Ensimmäinen kaupallinen Suomeen 29.10.2018 (ja minulla käytössä 😊)

# GLUKOOSISENSORI



Glukoosi  
ja happi

Puoliläpäisevä kalvo  
Glukoosi- ja happiselektiivinen

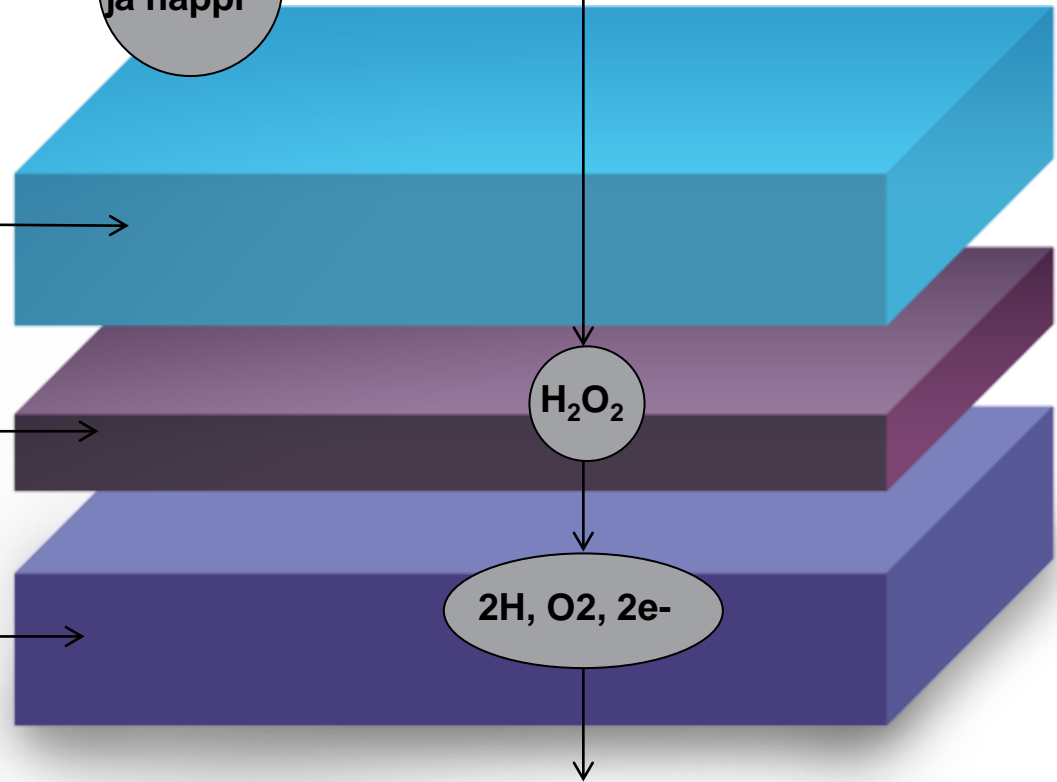
Entsyymi  
Kalvon sisällä on  
glukoosioksidasi entsyymi

Elektrodi

$H_2O_2$

$2H, O_2, 2e^-$

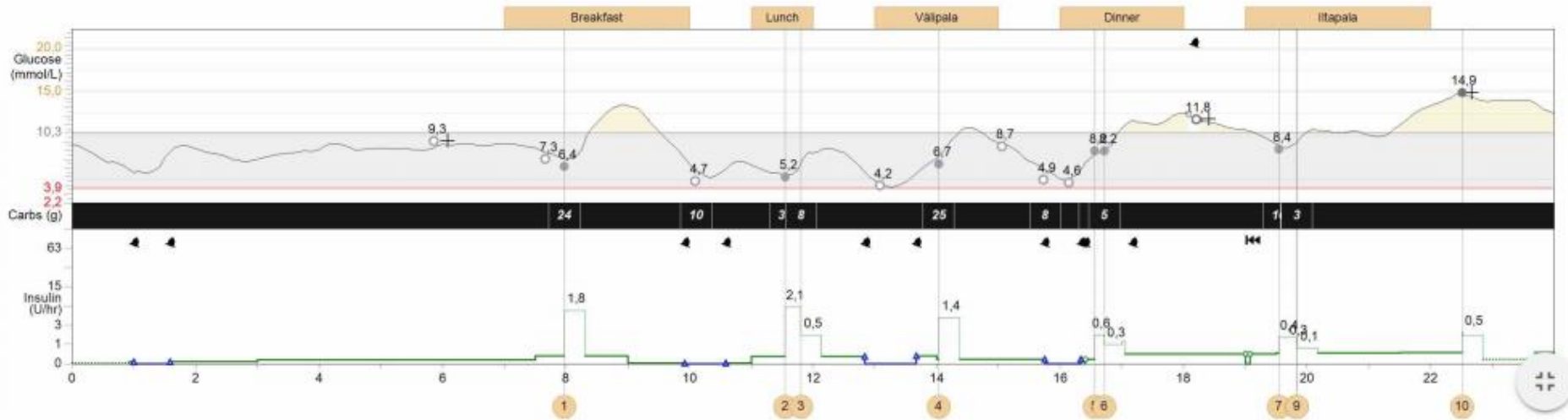
Input Signal



## KÄYTÄNNÖSSÄ..

- Sensori ”ammutaan” ihoon
- Kalibroidaan 2 tunnin kuluttua ja sen jälkeen 2-4 kertaa vrk:ssa
  - Kalibrointi pitäisi tehdä sellaisessa vaiheessa, että verensokeri vakaa, muuten näyttää väärin
- Näyttää verensokerin 5-15 min viiveellä
- 10-20% ero verrattuna plasman glukoosiin nopeissa muutoksissa, tasaisilla arvoilla vähemmän

TÄLLAISIA KATSOMME ETÄNÄ:  
"HEIPPA AK, VOITKO KATSOA KÄYRÄÄ, MEILLÄ  
ONGELMANA.."

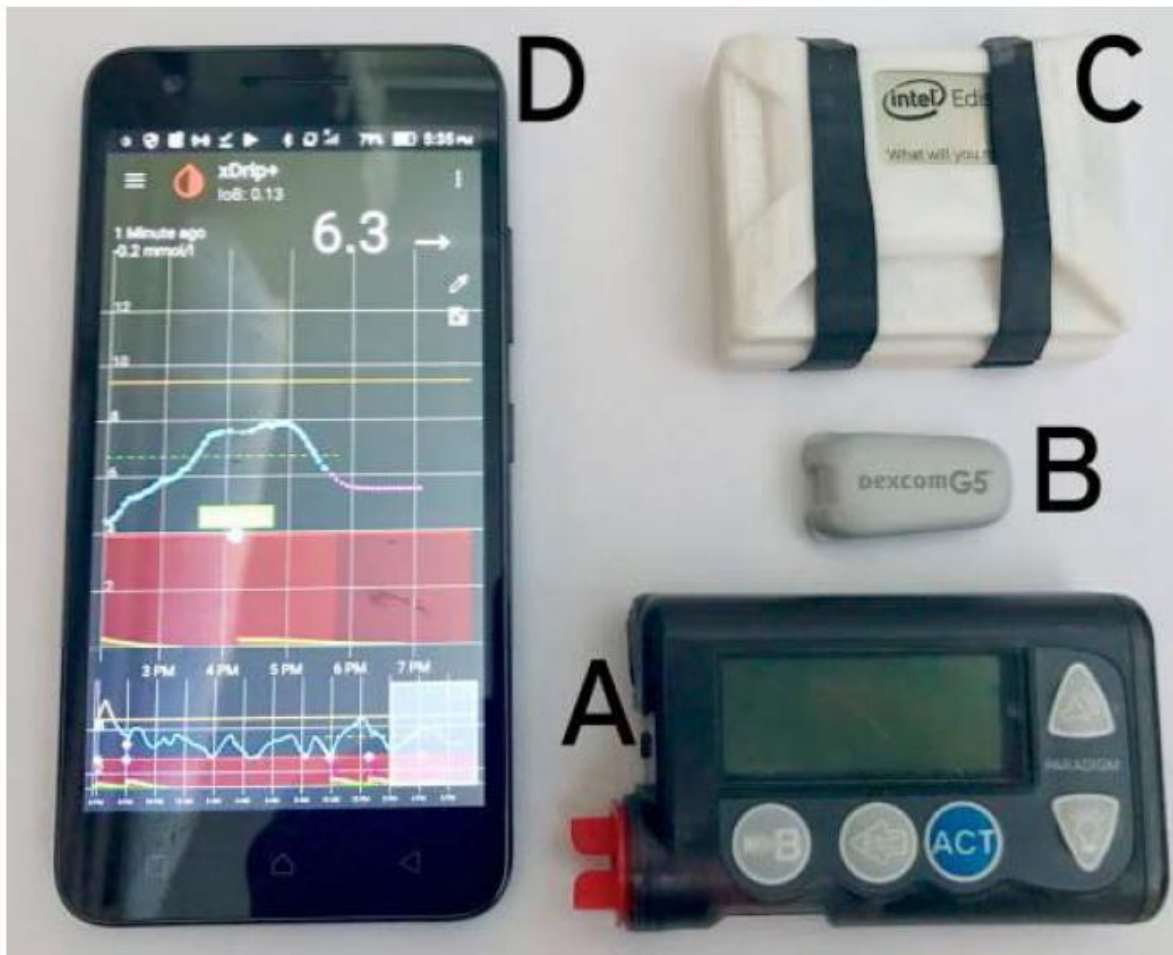


# DIYP –Do It Yourself Pancreas -#WeAreNotWaiting

- Miksi teknologia otetaan sairaanhoidossa käyttöön hitaasti?
- Potilaan näkökulmasta kaupalliset sensorointiratkaisut ja Closed Loop –systemit etenevät hyvin hitaasti
- Kaupallinen tuotekehitys poliklinikkakeskeistä
  - Keskittyy tuottamaan työkaluja enemmän hoitohenkilökunnalle kuin potilaille päivittäisessä elämässä
- Potilailla ja vanhemmilla paljon teknistä osaamista ja ymmärrystä
  - “Osaan ratkaista tämän ongelman, miksi en tekisi sitä?”
  - Pumpussa / mittarissa on kaikki tämä tieto, miksi en voi hyödyntää sitä hoidon tukena?

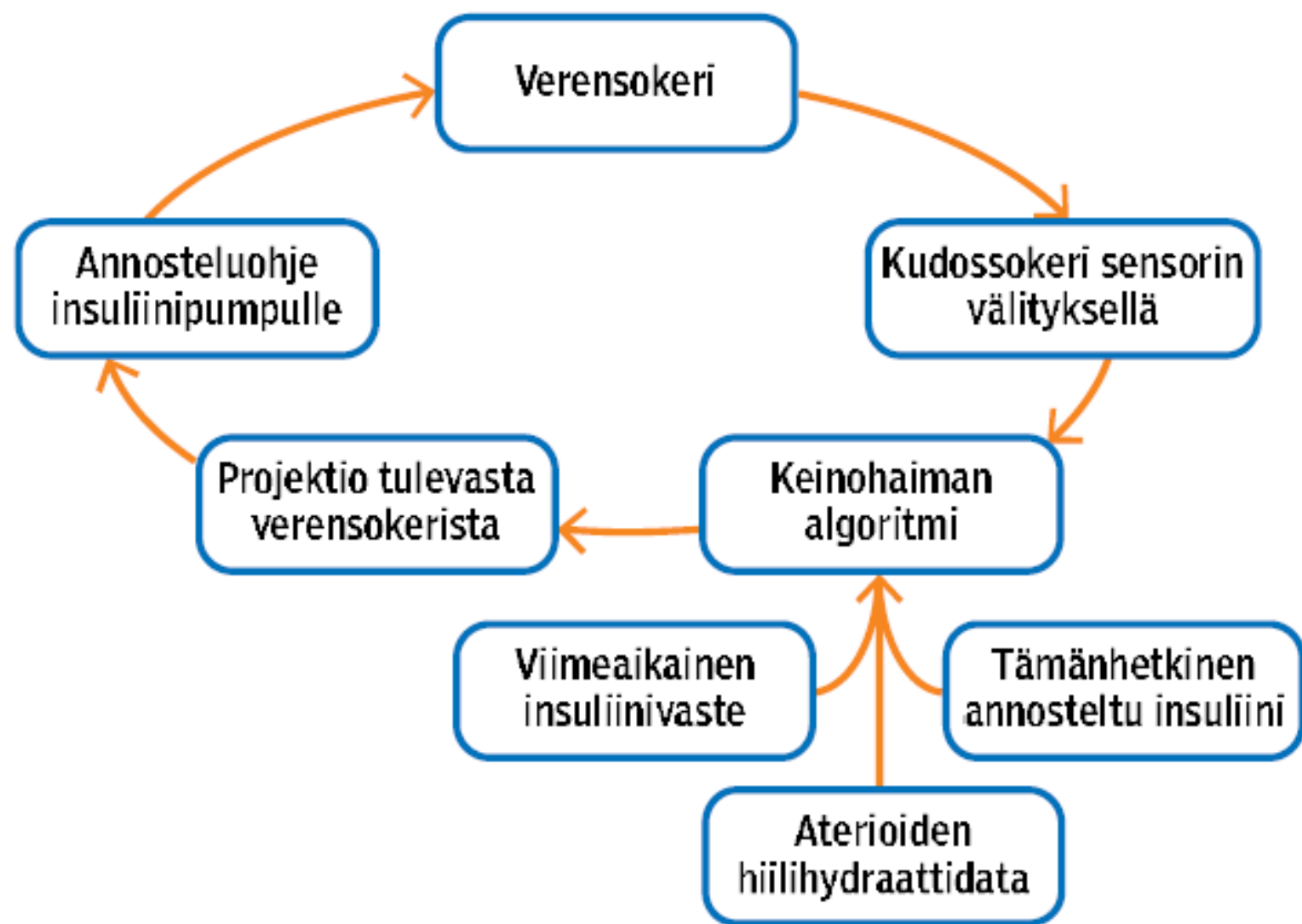
→Hybridi closed loop –projektit!

OpenAPS-laitteisto kokonaisuudessaan: A. insuliinipumppu, B. kudusglukoosi-sensori, C. Intel Edison -mikrotietokone algoritmin suorittamista varten sekä D. Android-puhelin.





**Keinohaiman toiminta. Järjestelmä toistaa arviointikierron joka 5. minuutti.**



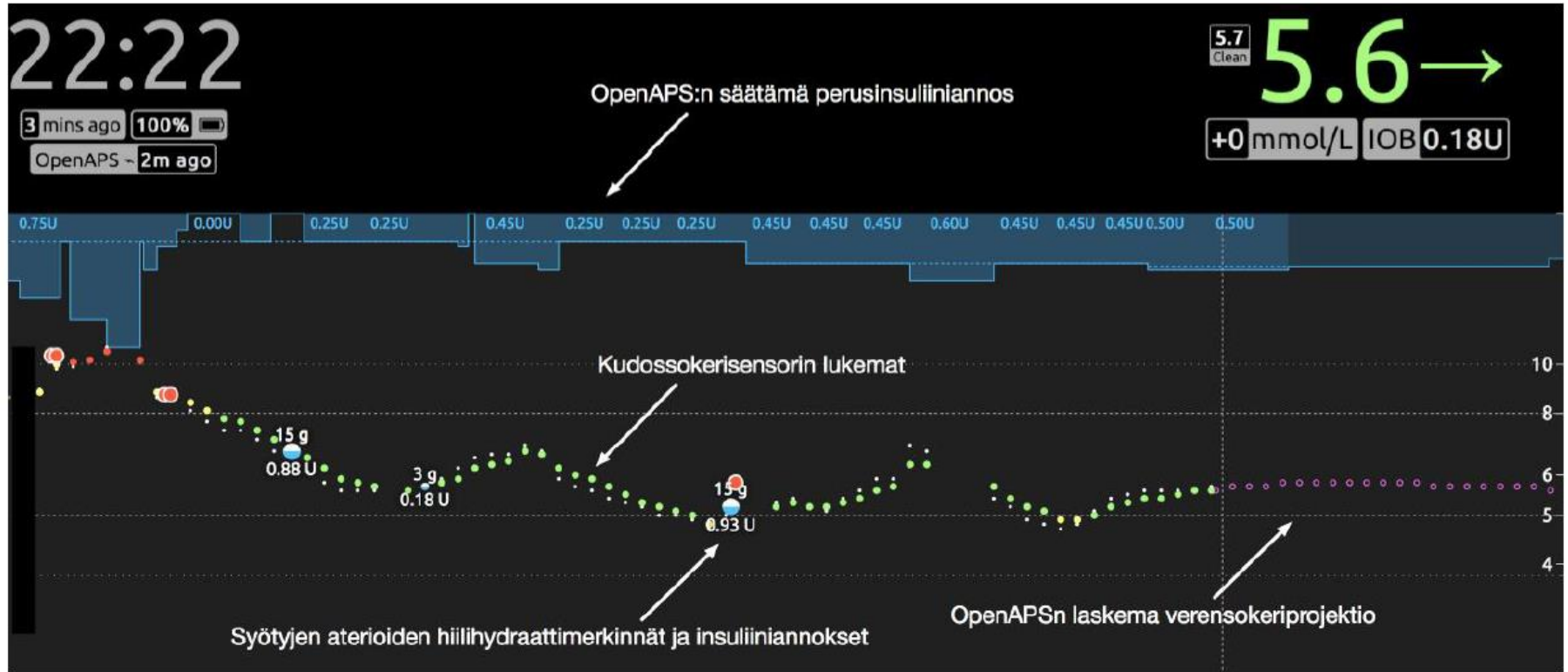
# ONKO TURVALLISTA?

- Säättää vain basaalia
  - Ei päällekkäisiä boluksia
  - Max 30 min kerrallaan
  - Jos lakkaa toimimasta, palaa pumpun normaaliin basaaliin
  - Useita sääntöjä, jotka rajoittavat basaalin määrää
    - Sisäänrakennettu maksimi
    - Korkein sallittu IOB
    - Jos trendi alaspäin, ei nosteta annosta vaikka glukoosi yli tavoitteen ja IOB liian vähän

- Kaikki päätösdata koko ajan saatavilla
- Hälyttää Nightscoutiin, ellei pysty korjaamaan sokeria itse
- 100% algoritmista saatavilla, joten käyttäjä voi koko ajan tarkistaa mihin päätökset perustuvat
- Rajoja ja annoksia voi itse muuttaa!

## Kuvakaappaus Nightscoutista.

OpenAPS-arvio tulevasta kudossokeriarvosta violetilla värillä. Sininen linja kuvaa järjestelmän tekemiä muutoksia perusinsuliinin annostukseen.

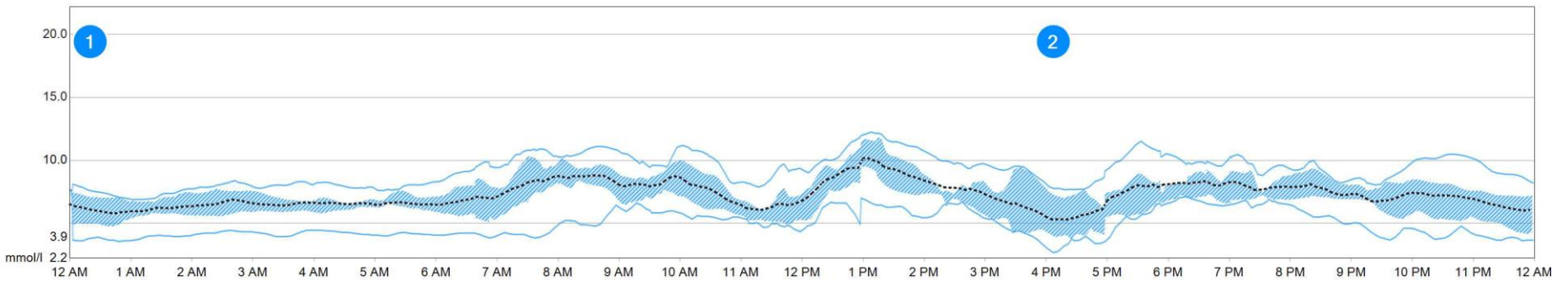


# MINIMED 670G –KAUPALLINEN HYBRIDIKEINOHAIMA

- USA:ssa 100 000 käyttäjää
- Meillä markkinoille 11/18
- PID (Proportional-integral-derivative) algoritmi
  - tarkastelee mitä tapahtunut edellisen 6 vrk:n aikana ja ennustaa mitä tapahtuu seuraavaksi
  - oppii siis koko ajan
- Annostelee pieniä ”purskeita” insuliinia 5 min välein (mikrobolukset)
- Aterioille hiilihydraattilaskenta ja bolus käyttäjän toimesta kuten aiemminkin



# 670G TOIMESSA



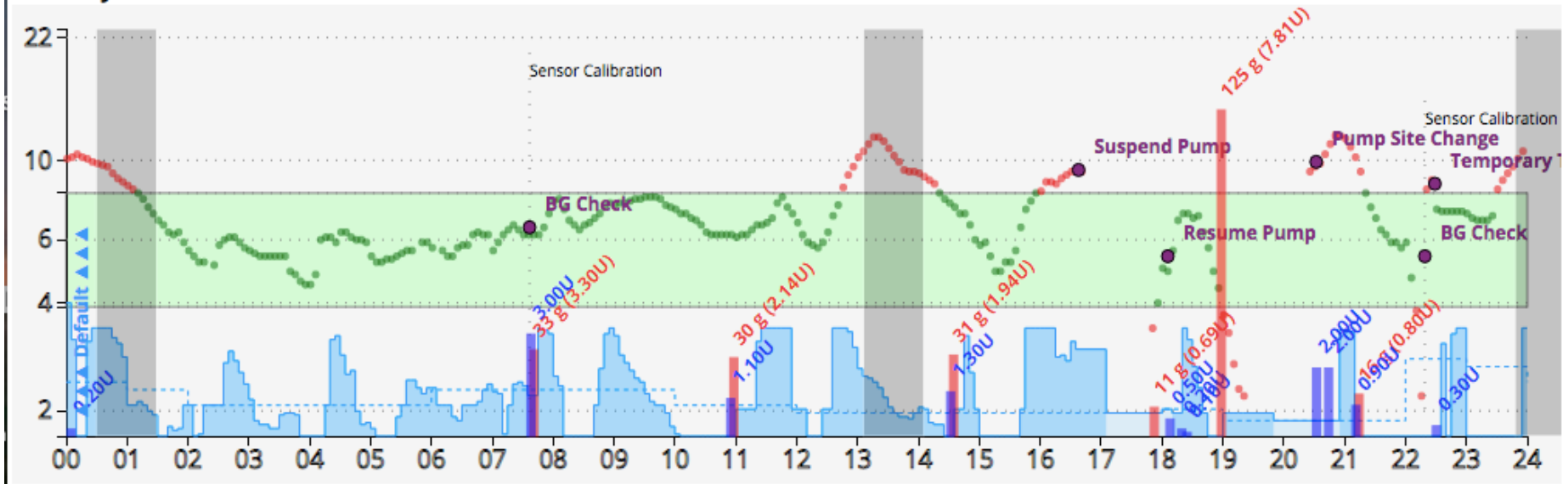
# MITÄ MUUTA TULOSSA?

- Tidepool hakemassa FDA-hyväksyntää Loop Appille, jotta hybridikeinohaiman rakennus tulisi helpommaksi
- Diabeloop sai CE-merkinnän hybridikeinohaimalle
- Omnipod Dash & Horizon tulossa myös!



# DIABETESLÄÄKÄRIN PÄIVÄ ON YHÄ ENEMMÄN TÄTÄ:

Tuesday 9.10.2018



TIR 80%, hypoja 1%, HbA1c 42 mmol/mol

Keinohaimapotilaan käyrien ihastelua!