

# Nowe technologie w dozowaniu insuliny i monitorowaniu glikemii.



Teresa Benbenek-Klupa  
Tomasz Klupa

# Najszybciej rozwijające się obszary w zaawansowanej technologii w diabetologii

- Osobiste pompy insulinowe (pętla zamknięta)
- Systemy monitorowania glikemii (CGM/FGM)
- Elektroniczne systemy wspomagające leczenie (np. aplikacje)
- Telemedycyna – zmiana przebiegu wizyty lekarskiej/pielęgniarskiej
- Portale społecznościowe

# Najszybciej rozwijające się obszary w zaawansowanej technologii w diabetologii

- **Osobiste pompy insulinowe (pętla zamknięta)**
- Systemy monitorowania glikemii (CGM/FGM)
- Elektroniczne systemy wspomagające leczenie (np. aplikacje)
- Telemedycyna – zmiana przebiegu wizyty lekarskiej/pielęgniarskiej
- Portale społecznościowe

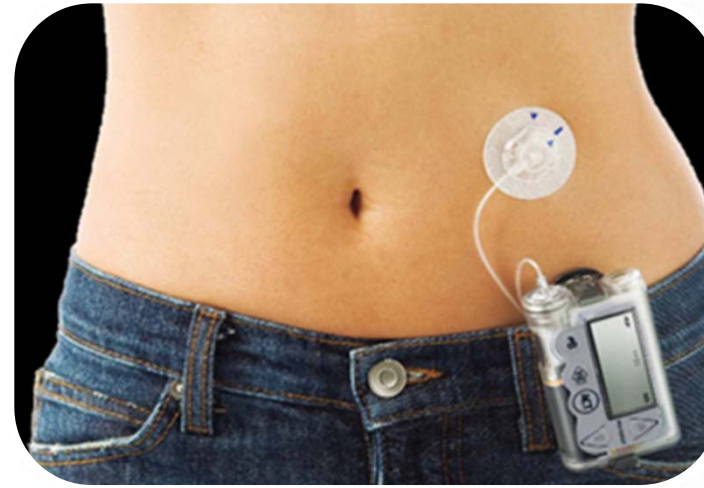
# Intensywna Funkcjonalna Insulinoterapia

(model leczenia stosowany głównie u pacjentów chorych na cukrzycę typu 1)



## MDI

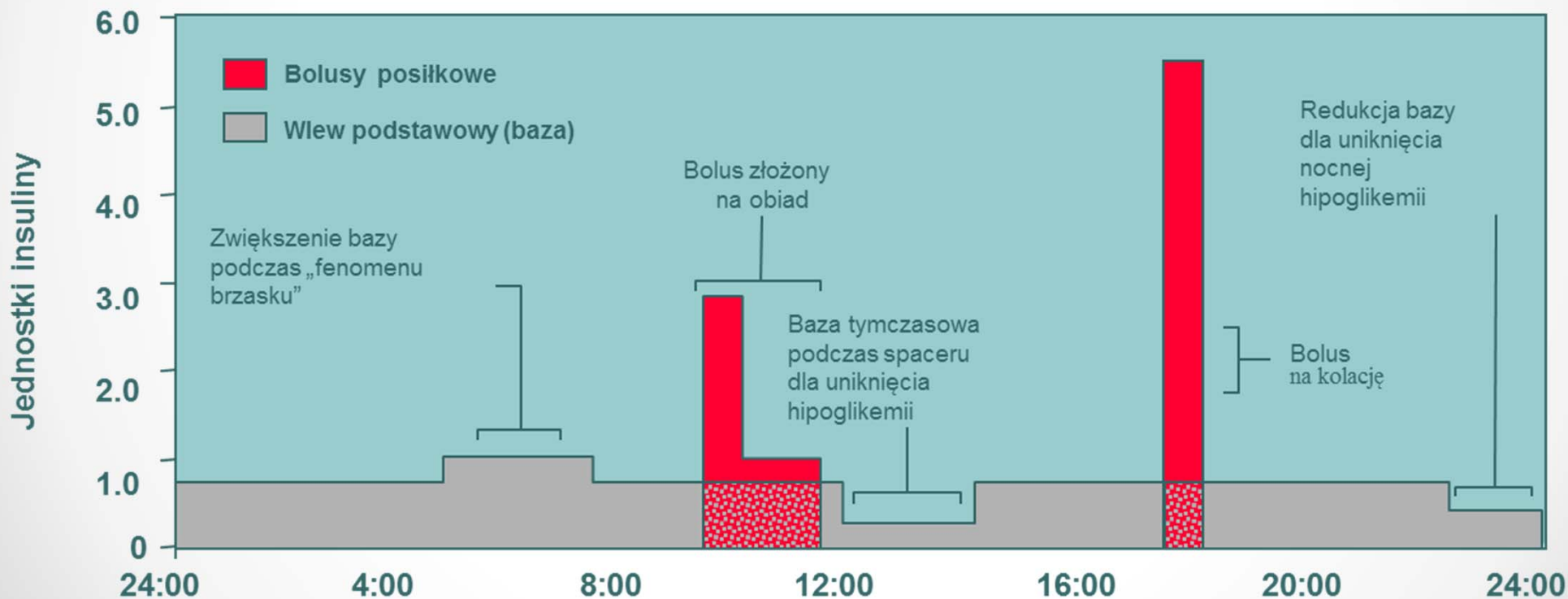
Multi Day Injection



## CSII

Continuous Subcutaneous Insulin Infusion

# Idea terapii osobistą pompą insulinową - bieżące sterowanie insuliną !!! (Baza ; Bolus)



# Dlaczego warto zalecać leczenie ciągłym podskórnym wlewem insuliny ?

- **Eliminacja objawu brzasku** dzięki możliwości dopasowania wlewu podstawowego (bazy) zgodnie z fizjologią.
- **Możliwość elastycznego przesuwania pór posiłków bez ryzyka hipoglikemii** – większa, bezpieczna swoboda szczególnie istotna dla osób o nieregularnym trybie życia.
- **Eliminacja błędów kalkulacyjnych związanych z obliczeniem bolusa** posiłkowego lub korekcyjnego - dzięki funkcji kalkulator bolusa i glukometru kompatybilnego z pompą.
- **Zapobieganie później hiperglikemii poposiłkowej** przy spożyciu posiłków bogatych w białka i tłuszcze - dzięki opcji bolusa zmiennego.
- **Zapobieganie hipoglikemii poposiłkowej u osób z gastroparezą** - dzięki opcji bolusa zmiennego.
- **Stosowanie jednego preparatu insuliny** (analog insuliny krótko działającej) zabezpieczającego wydzielanie podstawowe i okołoposiłkowe – bliżej fizjologii.

# Dlaczego warto zalecać leczenie ciągłym podskórnym wlewem insuliny ?

- **Lepsza resorpcja insuliny z tkanki podskórnej** – pulsacyjny sposób podawania insuliny, zmniejszenie zapotrzebowania na insulinę.
- Duża **powtarzalność wchłaniania insuliny**.
- **Większa precyzja podawania insuliny** w stosunku do metody z użyciem penów, co ma istotne znaczenie dla pacjentów o dużej wrażliwości na insulinę.
- **Mniejsze ryzyko hipoglikemii** - brak depozytu tkankowego insuliny.
- **Możliwość optymalnego dopasowania leczenia** w przypadku pracy zmianowej.
- **Zapobieganie hipo i hiperglikemii podczas wysiłku fizycznego** - dzięki elastycznemu sterowaniu wlewem podstawowym.
- Większe **bezpieczeństwo podczas podróży ze zmianą stref czasowych** – brak depozytu tkankowego.

# Dlaczego warto zalecać leczenie ciągłym podskórnym wlewem insuliny ?

- **Możliwość wglądu w realne wyniki leczenia** (min. dobowa dawka insuliny, średnie glikemie) z poziomu pompy lub poprzez program komputerowy.
- **Mniejsza ilość iniekcji** - 10 na miesiąc (zamiana zestawu infuzyjnego zalecana jest co 3 dni) zamiast około 120 iniekcji w przypadku terapii penem.
- **Stały dostęp do insuliny** - możliwość podania bolusa lub wstrzymania podawania insuliny praktycznie w każdej sytuacji.
- W modelach pomp wyposażonych w system ciągłego monitorowania glikemii – **bieżąca informacja o przebiegu glikemii, system alarmów w przypadku hipo i hiperglikemii, ochrona przed hipoglikemią i ciężką hipoglikemią** dzięki funkcji automatycznego zatrzymania podawania insuliny.



# Pompy insulinowe dostępne w Polsce

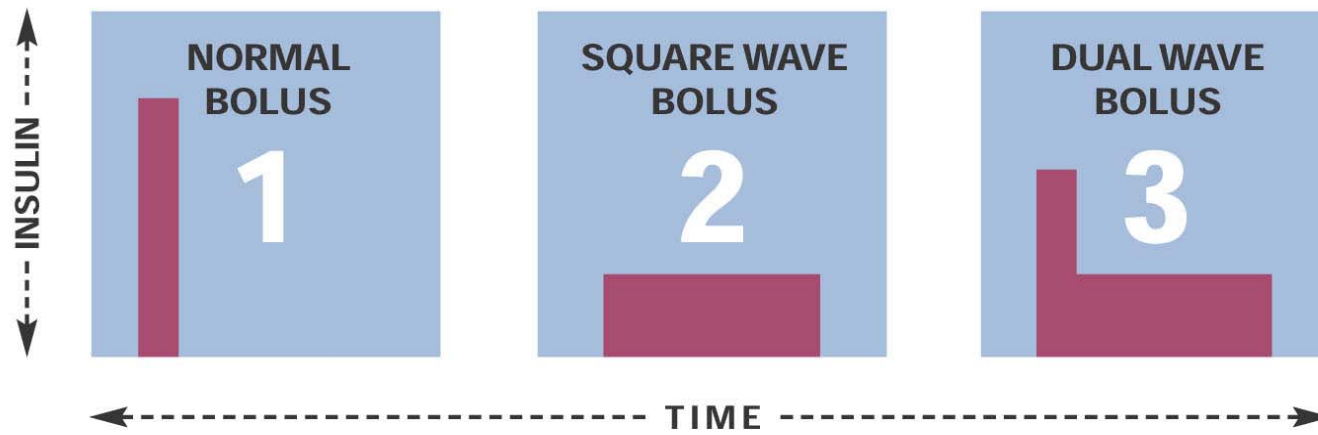
Medtronic	Roche	Ypsomed
Paradigm 715 (kalkulator bolusa + glukometr przesyłający wyniki do pompy)	Accu-Chek Spirit Combo	mylife YpsoPump
Paradigm 722 (j.w. + ciągłe monitorowanie glikemii - CGM)	glukometr + kalkulator bolusa = pilot	Kalkulator bolusa w aplikacji, ręczne wprowadzenie dawki do pompy
Paradigm VEO (j.w. + CGM, low glucose suspend))		
MiniMed 640G (j.w. + CGM, SmartGuard)		



## Okolo posiłkowe sterowanie insuliną

- *„...o wielkości posiłkowych i korekcyjnych bolusów insuliny pacjent każdorazowo decyduje sam, jest to chyba najtrudniejszy dla pacjenta element intensywnej funkcjonalnej insulinoterapii..”*

### 3 BOLUS TYPES



# Bolusy przy pierwszych, współczesnych, osobistych pompach insulinowych

## O czym musiał pamiętać pacjent:

- Jaka jest pora dnia?
- Jaki jest wskaźnik na wymiennik węglowodanowy (WW) i korektę?
- **Pacjent samodzielnie oblicza dawkę !**
- Czy generalnie wszystko ok?
- Jaką mam glikemie wyjściową?
- Co zamierzam zjeść?
- Co będę robił później?



# Bolusy w pompach z Kalkulatorem Bolusa i glukometrem dedykowanym pompie

- Czy generalnie wszystko jest OK?
- Co zamierzam zjeść (oszacowanie ilości Wymienników Węglowodanowych – WW)
- **Pompa oblicza dawkę na posiłek (KB)**
- **Jaka jest ilość aktywnej insuliny?**
- Co będę robić później ?



# Bolusy w pompach z Kalkulatorem Bolusa, glukometrem dedykowanym pompie i ciągłym monitorowaniem glikemii (CGM)

- Czy generalnie wszystko jest OK?
- Co zamierzam zjeść (oszacowanie ilości Wymienników Węglowodanowych – WW)
- **Pompa oblicza dawkę na posiłek (KB)**
- **Jaka jest ilość aktywnej insuliny?**
- Co będę robić później ?
- **Jaki jest trend glikemii i ilość aktywnej insuliny?**

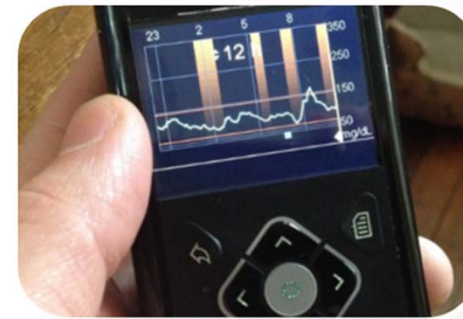




# Bolusy w pompie MiniMed 640G z Kalkulatorem

## Bolusa, CGM i funkcją SmarGuard

- Czy generalnie wszystko jest OK ?
- Co zamierzam zjeść (oszacowanie ilości Wymienników Węglowodanowych – WW)
- **Pompa oblicza dawkę na posiłek (KB)**
- **Jaka jest ilość aktywnej insuliny?**
- Co będę robić później ?
- **Jaki jest trend glikemii i ilość aktywnej insuliny?**
- **Kiedy pompa ostatnio wstrzymała podanie insuliny ?**



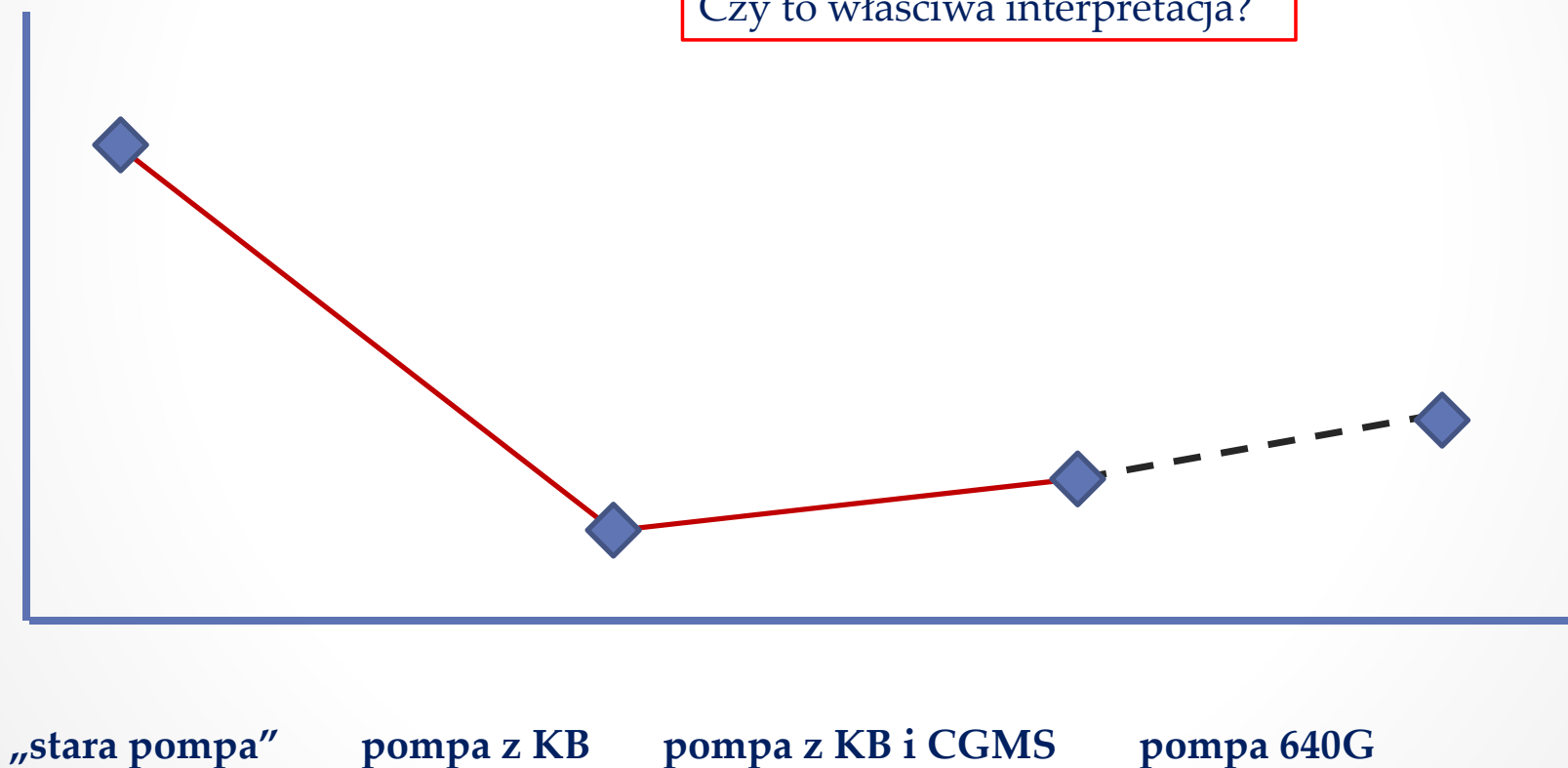
*„Diabetolog leczy insuliną.  
Pompa insulinowa jest tylko narzędziem  
i nawet, gdy nie wiemy, jak ją obsługiwać,  
to obowiązują podstawowe zasady  
insulinoterapii”*



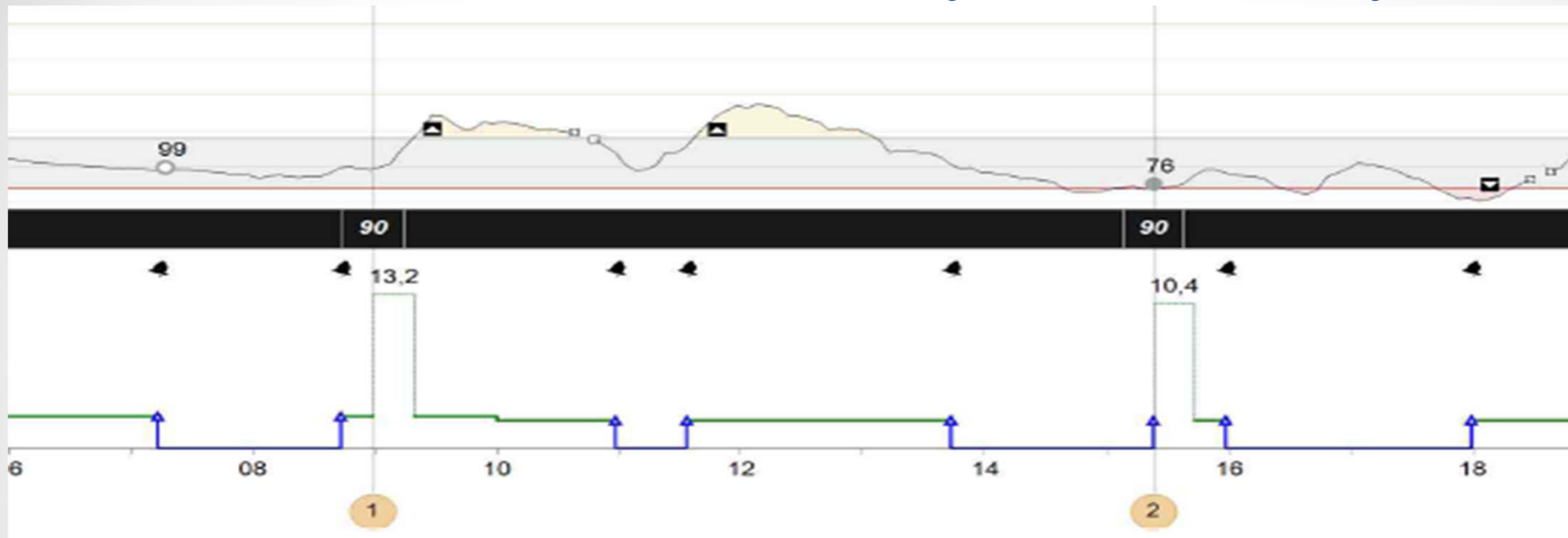
# Ewolucja pomp a obowiązki pacjenta

Obowiązki pacjenta

Czy to właściwa interpretacja?



# MiniMed 640G – na czym nam zależy ?



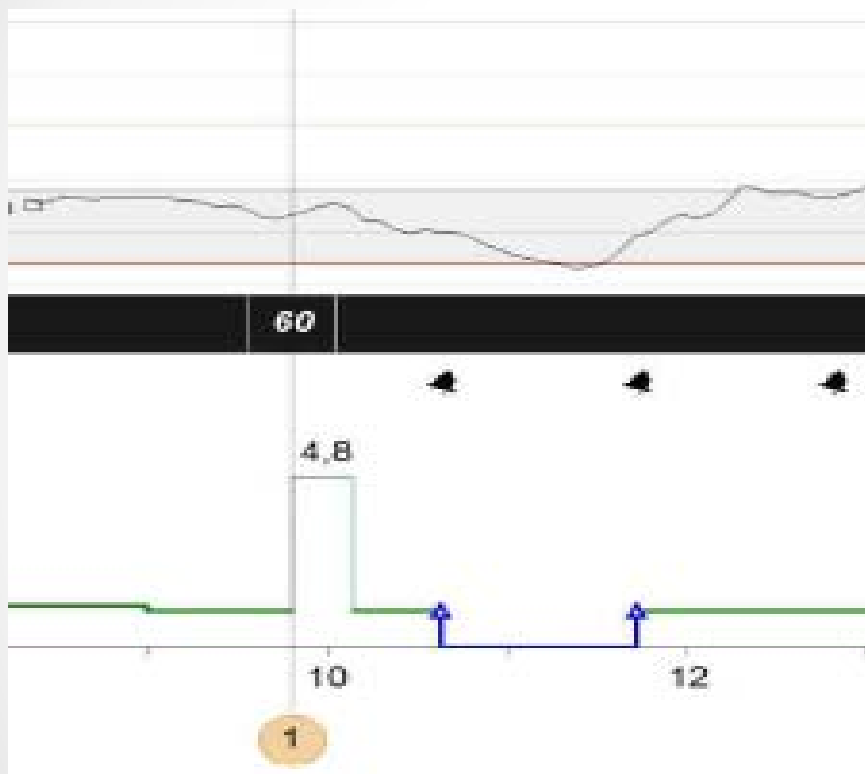
## Low Alerts

On (Snooze 0:20)

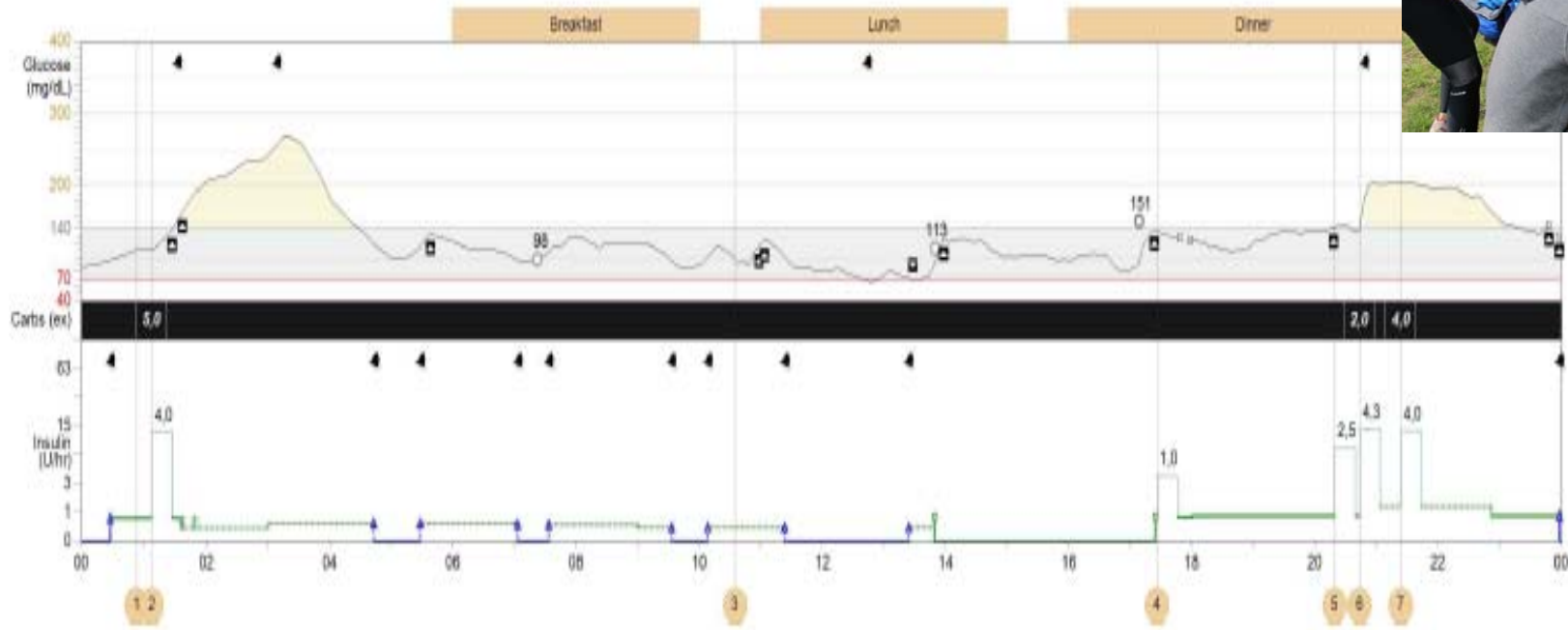
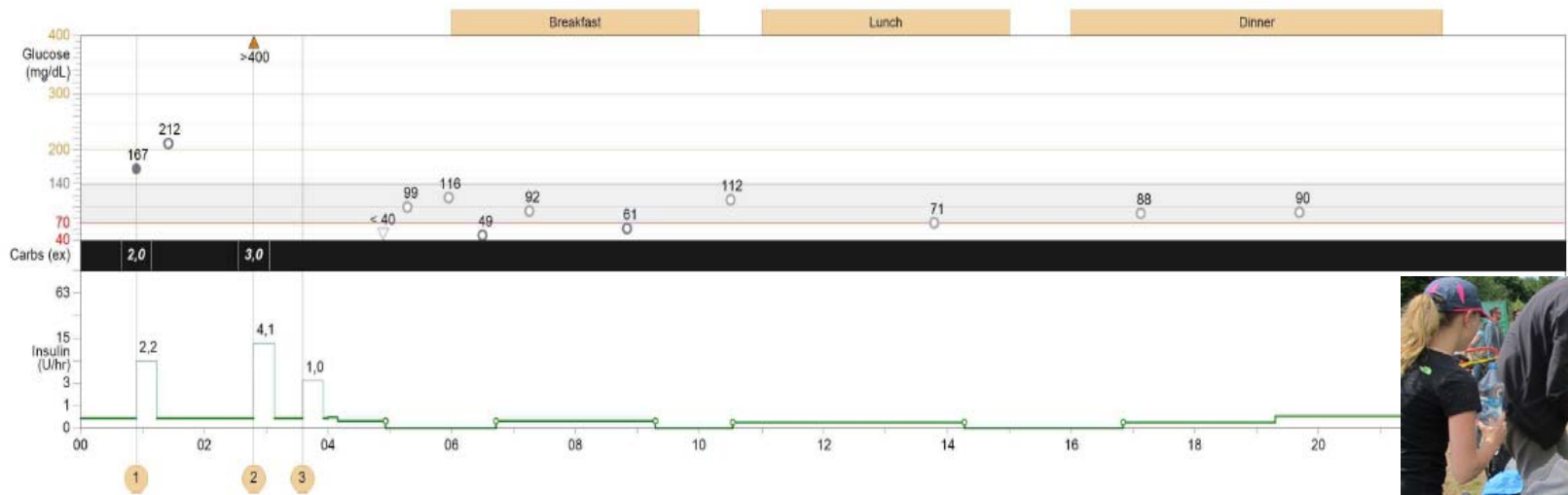
Start Time	Low (mg/dL)	Suspend	Alert On Low	Alert Before Low	Resume Basal Alert
0:00	65	Before Low	x		
6:00	70	Before Low	x		

Kiedy i ile spożyć WW?

# MiniMed 640 G – na czym nam zależy ?



Pacjent faktycznie zjadł  
prawdopodobnie niecałe 5 WW



# Pacjent leczony pompą – diabetologia NIEWYKORZYSTANEJ SZANSY

- Kalkulator Bolusa – standard opieki
- Liczenie WW (nie wymagamy rutynowego liczenia WBT)
- Min. 4 - 8 pomiarów na dobę
- Glukometr komunikujący się z pompą insulinową
- HbA1c <9%

# Jakie zmiany są konieczne w przebiegu wizyty pompowej

- Konieczność analizy danych z urządzeń
- Konstruktywne wnioski dla pacjenta
- Inna ocena efektów leczenia niż jedynie wynik HbA1c



# Jakie są medyczne mierniki sukcesu?

- Niskie odchylenie standardowe i mała zmienność glikemiczna
  - Niski odsetek hipoglikemii
  - Niski odsetek hiperglikemii
- Nieprzeinsulinowanie – właściwa proporcja Baza/Bolus
- Brak lipodystrofii
- HbA1c (?)





# Osobista pompa insulinowa

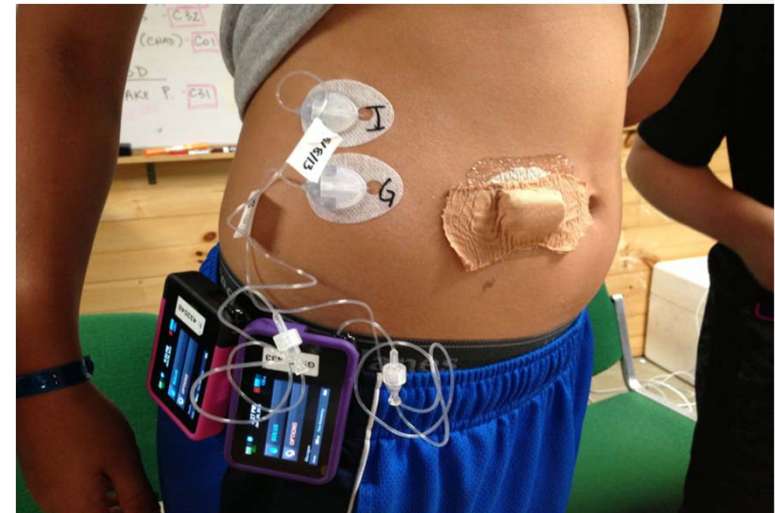
## Największa zaleta

- Daje wolność, lecz nie zwalnia z myślenia.



## Największa wada

- Nie jest to jeszcze sztuczna trzustka.





Jak daleko jesteśmy  
od idealnego rozwiązania ?



# Nowe produkty na rynku światowym

- Pompa Tandem
- Odpowiednik MiniMed 640G
- Zaleta: brak konieczności kalibracji ciągłego monitorowania glikemii (Dexcom G6)



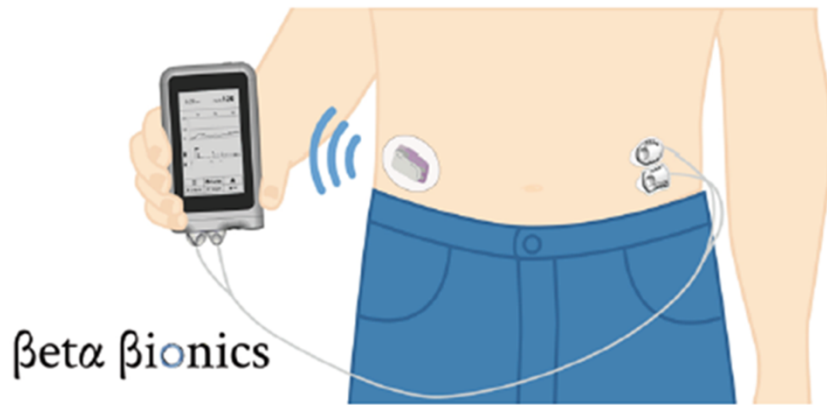
# Pompa MiniMed 670G



- W badaniach klinicznych zaskakująco duży odsetek czasu w trybie manualnym (około 5 godzin na dobę)
- Konieczność kalibracji systemu ciągłego monitorowania glikemii
- Konieczność potwierdzania bolusa korekcyjnego
- Konieczność sygnalizowania posiłku
- Konieczność manualnego przestawienia celu glikemicznego ze 120mg/dl na 150mg/dl przed wysiłkiem fizycznym

# Može bihormonalna pompa BetaBionics?

## iLet Simplicity



### Choice of CGM Systems

DEXCOM



Senseonics.



eversense.

## User Steps

CGM

1

Apply and connect CGM sensor

Insulin

2

Insert 1.6-ml insulin cartridge

Glucagon

3

Insert 1-ml glucagon cartridge

iLet

4

Apply and connect infusion set

5

Enter body weight – and **GO BIONIC!**



2017: iLet (Gen 3) Clinical device



2018: iLet (Gen 4) Commercial device

Novo Nordisk, Lilly, Zealand Pharma



Pre-filled dasiglucagon



Pre-filled NovoRapid



Pre-filled Fiasp



iLet fillable cartridge



iLet infusion set



iLet Mobile

# Pompy Do It Yourself (DIY)

- CGM przesyłający dane do Smartfona
- Smartfon z PowerBankiem (średnio bateria wystarcza na 12 h)
- AndroidAPS: pompa z „otwartym” dostępem BT: Dana, Combo
- OpenAPS: Linux „Rig” – system pracujący ze „starszymi” pompami Medtronic
- Loop: bardzo dobry system pracujący na iPhone w połączeniu ze „starymi” pompami Medtronic



# Pompy DIY – potencjalne problemy

- Żadnej gwarancji
- Żadnej infolinii
- Nie wiadomo do kogo trafiają nasze dane
- Potencjalna ingerencja w nasze działania terapeutyczne osób niepowołanych
- Nie można zestawu „kupić”, trzeba go skomponować samemu.....

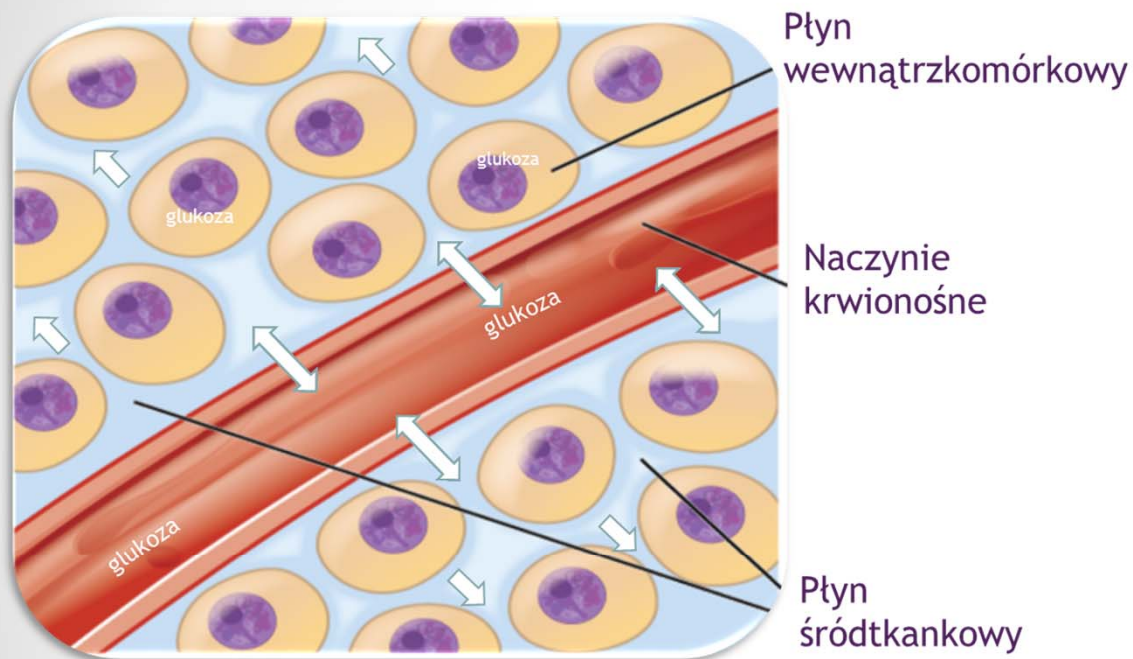


# Najszybciej rozwijające się obszary w zaawansowanej technologii w diabetologii

- Osobiste pompy insulinowe (pętla zamknięta)
- **Systemy monitorowania glikemii (CGM/FGM)**
- Elektroniczne systemy wspomagające leczenie (np. aplikacje)
- Telemedycyna – zmiana przebiegu wizyty lekarskiej/pielęgniarskiej
- Portale społecznościowe






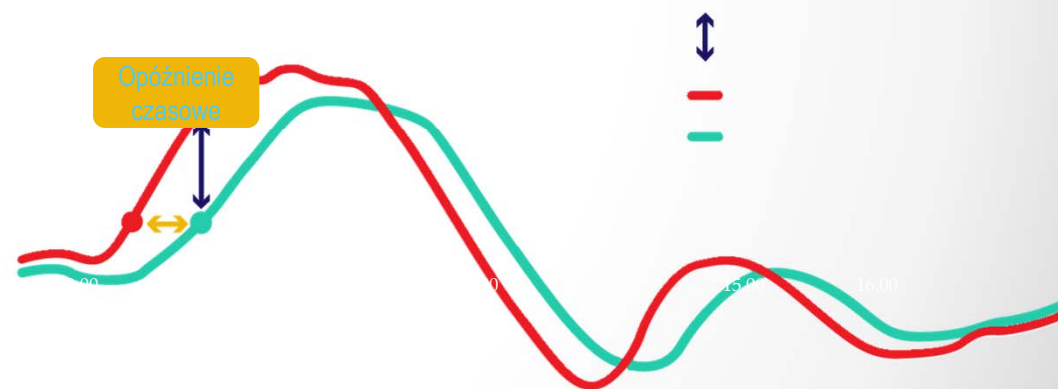
# Pomiar glukozy w płynie śródtkankowym



Różnica pomiędzy pomiarami glukozy we krwi włośniczkowej i płynie śródtkankowym . Pomiary dokonane w tym samym czasie.

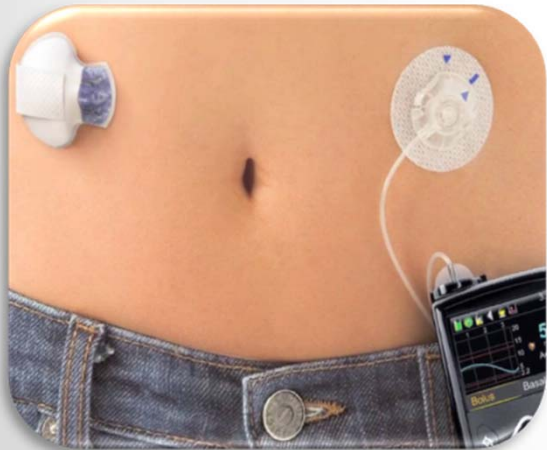


-  Stężenie glukozy we krwi
-  Stężenie glukozy w płynie śródtkankowym
-  Opóźnienie czasowe (lag time)



# CGM – Continuous Glucose Monitoring – systemy dostępne w Polsce

## Systemy zintegrowane z pompą



## Samodzielne systemy NIE zintegrowane z pompą



Guardian Connect



Eversense



Dexcom G4

## CGM – Continuous Glucose Monitoring

- Sensor przekazuje dane do transmitera, a ten do monitora (np. pompa insulinowa lub ekran telefonu, monitor)
- System **aktywnie (cały czas)** informuje o wartości i zmianach glukozy - może generować alarm np. przy osiągnięciu progu hipo- i/lub hiperglikemii i/lub przy szybkim wzroście i/lub spadku glikemii

# FGM – Flash Glucose Monitoring – pomiar glikemii metodą skanowania

- Informacje o przebiegu glukozy oraz trendach zmian można uzyskać jedynie w chwili skanowania sensora czytnikiem.
- System **nie informuje aktywnie** (sygnałem dźwiękowym) użytkownika o zbliżającej się hipo lub hiperglikemii



# CGM $\neq$ FGM

Czy korzystając z CGM lub FGM chory może zaprzestać z korzystania glukometru ?

NIE



Zastosowanie systemów monitorowania glikemii: ciągłego monitorowania glikemii (CGM, *continuous glucose monitoring*) i monitorowania glikemii metodą skanowania (FGM, *flash glucose monitoring*) jako formy uzupełnienia samokontroli glikemii jest szczególnie wskazane u chorych na cukrzycę typu 1 o chwiejnym przebiegu ze współistniejącymi częstymi epizodami hipoglikemii i brakiem jej świadomości, ponieważ poprawia bezpieczeństwo i skuteczność leczenia.

## Glukometr

- Zawsze w sytuacji dawkowania insuliny
- Zawsze przy złym samopoczuciu
- Zawsze w podejrzeniu nieprawidłowego działania sensora

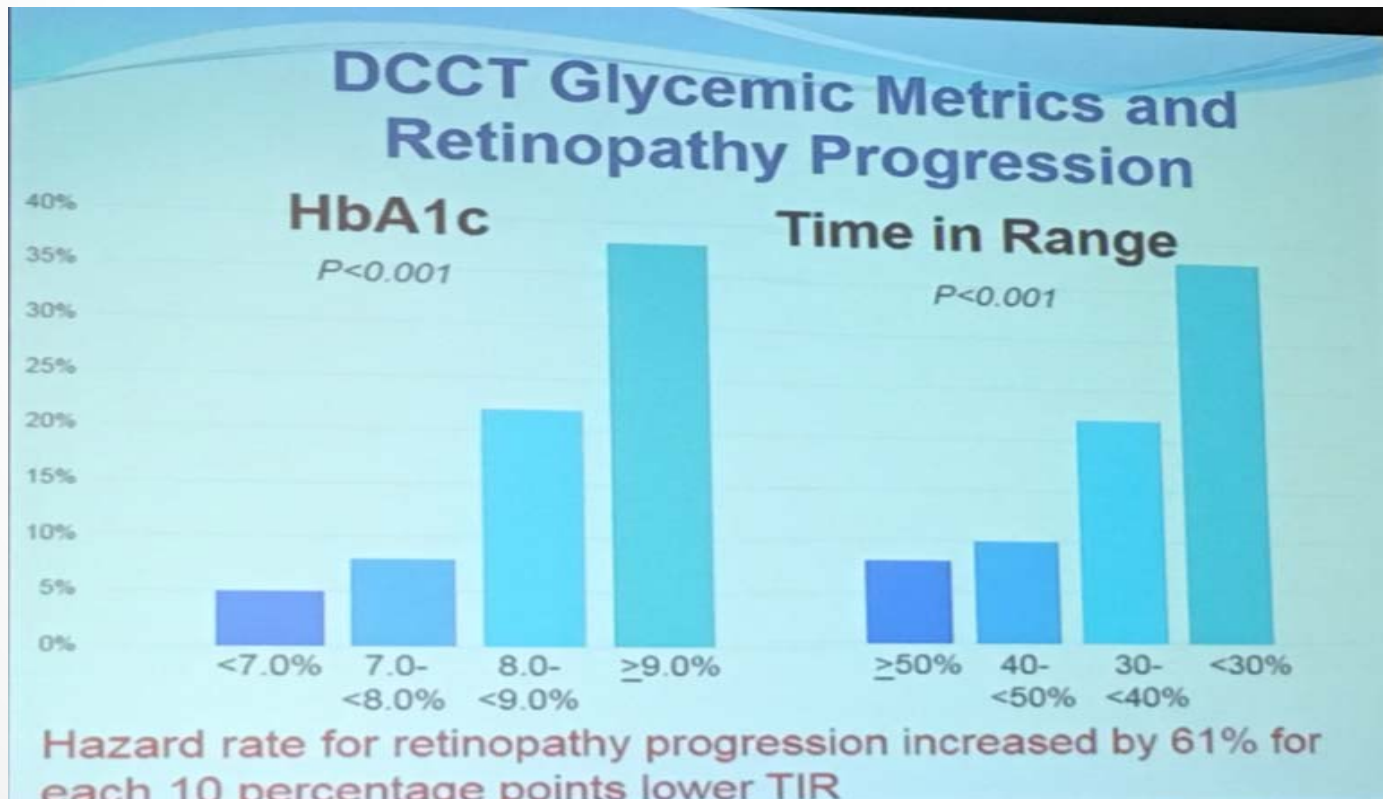
## FGM i CGM

- CGM – kiedy chcesz:
  - wiedzieć więcej
  - uniknąć hipo i hiperglikemii
  - znać trendy glikemii
- FGM – kiedy chcesz
  - wiedzieć więcej
  - znać dynamikę zmian



### Executive Highlights

**Diabetes Technology:** Today was headlined by Dr. Roy Beck's never-before-seen time-in-range analysis of DCCT (seven-point fingerstick) data - it turns out that the correlation is *very* strong between time in 70-180 mg/dL and microvascular complications, a big win in the fight to validate CGM metrics! It looks almost identical to the relationship with A1c, in fact, and you remember what a win that was [back in Las Vegas in 1993](#), 25 years ago (nearly to the day). Meanwhile, we



### CGM Medtronic:

↑: stężenie glukozy wzrasta z szybkością 1 mg/dl na minutę lub większą, ale mniejszą niż 2 mg/dl na minutę.

↑ ↑ : stężenie glukozy wzrasta z szybkością 2 mg/dl na minutę lub większą, ale mniejszą niż 3 mg/dl na minutę.

↑ ↑ ↑ : stężenie glukozy wzrasta z szybkością 3 mg/dl na minutę lub większą

### Flash Glucose Monitoring:

→ zmiany glikemii nie przekraczające 1 mg/dl na minutę

↗ lub ↘ zmiana glikemii o 1–2 mg/dl

↑ lub ↓ zmiana glikemii o > 2 mg/dl na minutę



# Najszybciej rozwijające się obszary w zaawansowanej technologii w diabetologii

- Osobiste pompy insulinowe (pętla zamknięta)
- Systemy monitorowania glikemii (CGM/FGM)
- **Elektroniczne systemy wspomagające leczenie (np. aplikacje)**
- **Telemedycyna – zmiana przebiegu wizyty lekarskiej/pielęgniarskiej**
- Portale społecznościowe

## Original Paper

## Health App Use Among US Mobile Phone Users: Analysis of Trends by Chronic Disease Status

Rebecca Robbins<sup>1\*</sup>, PhD; Paul Krebs<sup>1\*</sup>, PhD; Ram Jagannathan<sup>2\*</sup>, PhD; Girardin Jean-Louis<sup>1\*</sup>, PhD; Dustin T Duncan<sup>1,3\*</sup>, ScD

<sup>1</sup>Department of Population Health, NYU School of Medicine, New York, NY, United States

<sup>2</sup>Emory Global Diabetes Research Center, Hubert Department of Global Health, Emory Rollins College of Public Health, Atlanta, GA, United States

<sup>3</sup>Center for Data Science, New York University, New York, NY, United States

\* all authors contributed equally

**Table 1.** Demographic characteristics of mobile phone users in the United States by chronic condition (N=1604).

Variable	No condition (n=807)	Hypertension (n=364)	Obesity (n=198)	Diabetes (n=163)	Depression (n=267)	High cholesterol (n=319)	P value
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Age <sup>a</sup>	33.8 (12.8)	40.1 (15.8)	33.8 (16.5)	41.4 (16.5)	50.6 (16.1)	38.6 (15.9)	<.001
<b>Sex</b>							<.001
Male	399 (49.4)	193 (53.0)	71 (35.8)	84 (51.5)	91 (34.1)	203 (63.6)	
Female	408 (50.6)	170 (46.7)	125 (63.1)	79 (48.5)	176 (65.9)	116 (36.4)	
<b>Education</b>							<.001
Less than 12th grade	43 (5.3)	17 (4.7)	9 (4.5)	7 (4.3)	20 (7.5)	12 (3.8)	
High school or General Equivalency Degree	388 (48.1)	142 (39.0)	73 (36.8)	61 (37.4)	120 (44.9)	115 (36.1)	
Some college	176 (21.8)	110 (30.2)	66 (33.3)	41 (25.2)	75 (28.1)	91 (28.5)	
Bachelor's degree	148 (18.3)	61 (16.7)	35 (17.6)	40 (24.5)	38 (14.2)	66 (20.7)	
Graduate degree	52 (6.4)	34 (9.3)	15 (7.6)	14 (8.6)	14 (5.2)	35 (11.0)	

# Przeszukiwanie bazy PubMed : „Diabetes, Smartphone” : 310 prac!

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=diabetes+smartphone>. The page is the PubMed search results page for the query "diabetes smartphone".

**Search Interface:** The search bar contains "diabetes smartphone" and the "Search" button is visible. The page is from the NCBI (National Center for Biotechnology Information) website, specifically the PubMed.gov section.

**Filters and Options:** On the left side, there are filters for "Article types" (Clinical Trial, Review, Customize...), "Text availability" (Abstract, Free full text, Full text), "Publication dates" (5 years, 10 years, Custom range...), and "Species" (Humans, Other Animals). There are also links for "Clear all" and "Show additional filters".

**Search Results Summary:** The results are sorted by "Most recent" (indicated by a blue bar) and are displayed in "Summary" format. There are 310 items in total, with the first 20 items shown on this page. A "Switch to our new best match sort order" button is present.

**Best matches for diabetes smartphone:**

- [Mobile Phone and Smartphone Technologies for Diabetes Care and Self-Management.](#) Garabedian LF et al. *Curr Diab Rep.* (2015)
- [Self-management of diabetes in children and young adults using technology and smartphone applications.](#) Sheehy S et al. *Curr Diabetes Rev.* (2014)
- [Acceptability and user satisfaction of a smartphone-based, interactive blood glucose management system in women with gestational diabetes mellitus.](#) Hirst JE et al. *J Diabetes Sci Technol.* (2015)

**Search results:** The first result is:

- [Evaluation of a digital diabetes prevention program adapted for the Medicaid population: Study design and methods for a non-randomized, controlled trial.](#)  
Kim SE, Castro Sweet CM, Gibson E, Madero EN, Rubino B, Morrison J, Rosen D, Imberg W, Cousineau MR. *Contemp Clin Trials Commun.* 2018 May 6;10:161-168. doi: 10.1016/j.conctc.2018.05.007. eCollection 2018 Jun. PMID: 30035241 **Free PMC Article**  
[Similar articles](#)

The second result is:

- [Improving Glycemic Control in Adults and Children With Type 1 Diabetes With the Use of Smartphone-Based Mobile Applications: A Systematic Review.](#)  
Sun C, Malcolm JC, Wong B, Shorr R, Doyle MA. *Can J Diabetes.* 2018 Mar 27. pii: S1499-2671(17)31054-7. doi: 10.1016/j.jcjd.2018.03.010. [Epub ahead of print]

**Additional Features:** The page includes a "Results by year" bar chart, a "PMC Images search for diabetes smartphone" section with image thumbnails, and a "Titles with your search terms" section.

# Przykłady aplikacji wykorzystywanych przez chorych na cukrzycę



Sweet  
Pregna

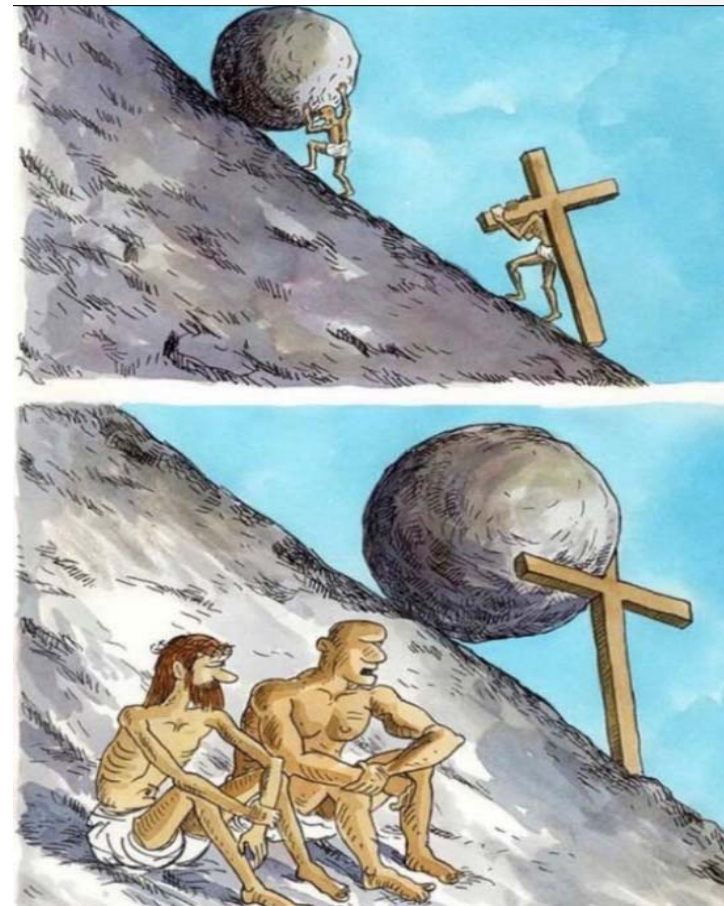


TELE ZDROWIE



# Telemedycyna – czego potrzebujemy

- Przygotowania zespołów terapeutycznych do prowadzenia wizyt lekarskich w oparciu o digitalowe narzędzia
- Zmiany sposobu edukacji młodego pokolenia pacjentów niezależnie od typu cukrzycy z wykorzystaniem narzędzi digitalowych

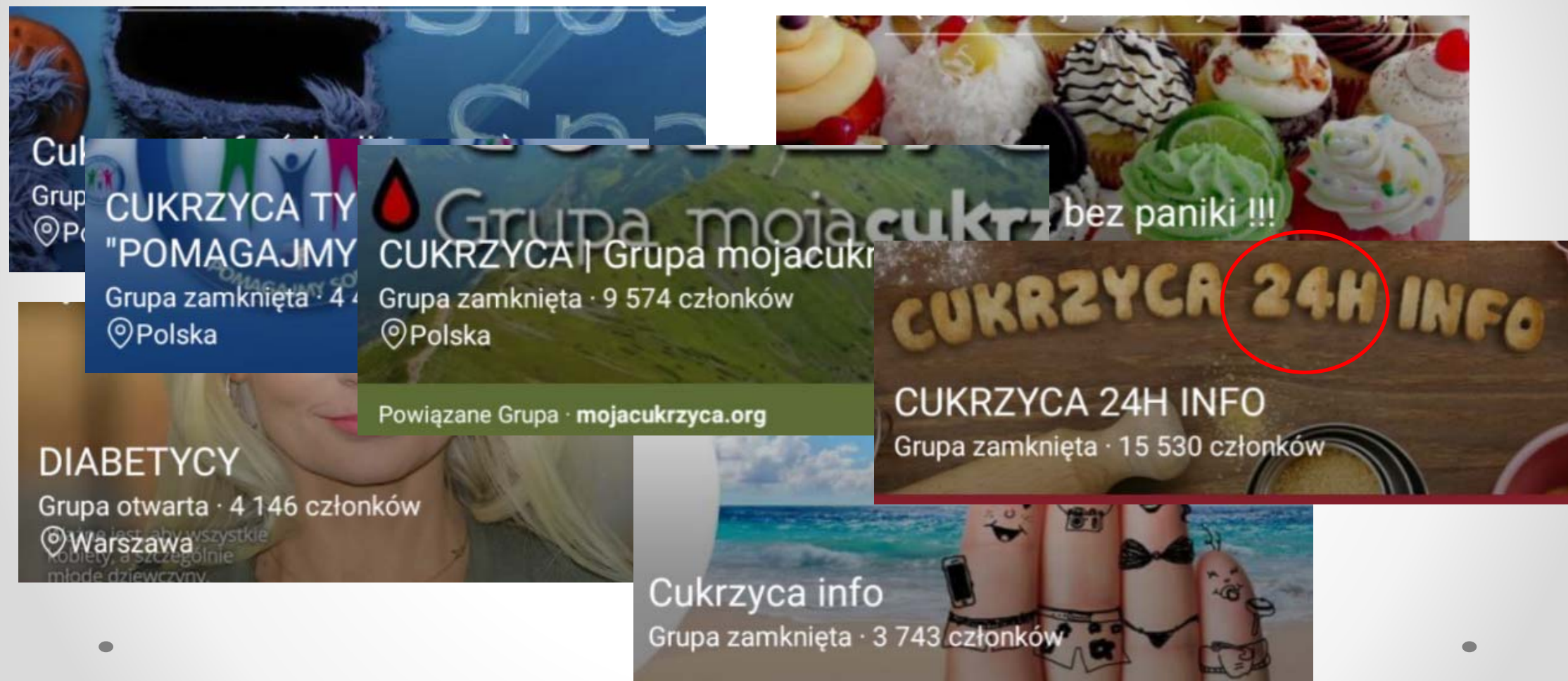


# Najszybciej rozwijające się obszary w zaawansowanej technologii w diabetologii

- Osobiste pompy insulinowe (pętla zamknięta)
- Systemy monitorowania glikemii (CGM/FGM)
- Elektroniczne systemy wspomagające leczenie (np. aplikacje)
- Telemedycyna – zmiana przebiegu wizyty lekarskiej/pielęgniarskiej
- **Portale społecznościowe**



# Edukacja na portalach społecznościowych



# Praca zmianowa i dawkowanie insuliny

Mam brać insulinę przed snem i teraz nie wiem przed którym. Czy tak jak normalnie wieczorem czy dopiero rano jak się będę kład spać po nocie

9 czerwca · Lubię to! · Odpowiedz · Więcej

Ja brałam normalnie o 22 jak zawsze

9 czerwca · Lubię to! · Odpowiedz · Więcej

chyba też tak będę robił dzięki za informacje

9 czerwca · Lubię to! · Odpowiedz · Więcej

Mysle tez ze mozesz podpytac diabetologa

9 czerwca · Lubię to! · Odpowiedz · Więcej

ale dopiero w grudniu mam wizytę

9 czerwca · Lubię to! · Odpowiedz · Więcej



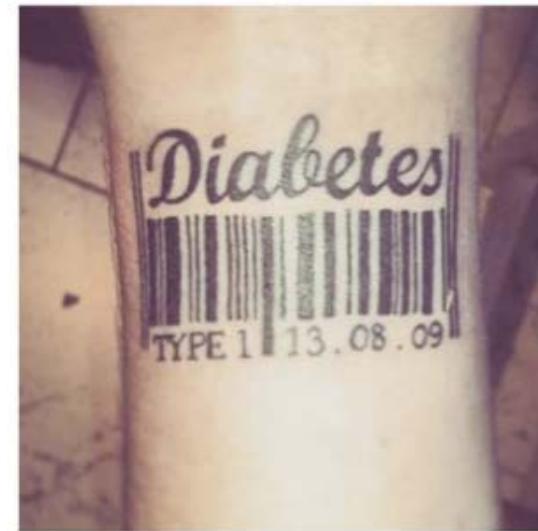


# Cukrzyca i tatuaż

Witam wszystkich 🙋 mam pytanie odnośnie tatuażu. Posiadam go na ramieniu i od 3 lat już się w to miejsce nie wkuwam .  
Czy robie błąd ? Czy insulina , igły maja jakis wpływ na tatuaż lub na jego pigment?  
Dziękuję za pomoc 👍

Mam na ramieniu dziare i podaje sobie w tym miejscu insuline 😊

12 marca · Lubię to! · Odpowiedz · Więcej



7 godz. temu · Lubię to! · Odpowiedz

ile Cię kosztowało zrobienie takiego tatuażu?

5 godz. temu · Lubię to! · Odpowiedz

# Co dla kogo?

Chorzy na cukrzycę typu 1	Chorzy na cukrzycę typu 2	Pacjentki ze zdiagnozowaną cukrzycą w ciąży
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pompy insulinowe z opcją KB i CGM</li><li>• MDI (wielokrotne wstrzyknięcia) systemy CGM/ FGM/ aplikacje</li><li>• Programy komputerowe do analizy danych ze stosowanych urządzeń</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tradycyjny glukometr z opcją interpretacji wyników</li><li>• Tradycyjny dzienniczek samokontroli</li><li>• Program komputerowy do analizy danych z glukometru w gabinecie lekarskim</li><li>• Glukometr z aplikacją</li><li>• CGM/FGM (?????)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplikacja SweetPregna</li><li>• Glukometr współpracujący z tą aplikacją</li><li>• Program komputerowy do analizy danych z glukometru w gabinecie lekarskim</li></ul>

Zamiast podsumowania -  
przyszłość diabetologii  
to technologia!

