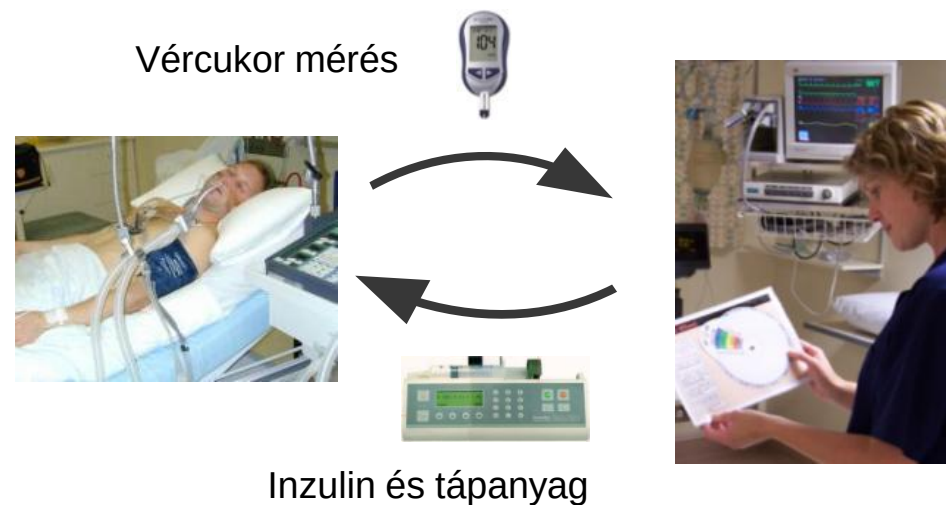


MODELL ALAPÚ DIAGNOSZTIKAI ÉS TERÁPIÁS MÓDSZEREK

INTENZÍV OSZTÁLYOKON ÁPOLT BETEGEK SZOROS VÉRCUKOR
SZABÁLYOZÁSA

Szoros vércukor szabályozás

- Szoros vércukor szabályozás:
 - A vércukorszint normoglikémiás tartományban tartása inzulin adagolással és a táplálás szabályozásával



Szoros vércukor szabályozással a mortalitás 17-45%-al csökkenthető.

Probléma

- A szoros vércukor szabályozás megvalósítása nehéz
 - Összetett fiziológiai rendszer
 - Egymástól lényegesen különböző, gyorsan változó állapotú betegek
- Hipoglikémia – hiperglikémia
 - Kórosasan alacsony, ill. magas vércukorszint
 - Normoglikémiás tartomány:
 - 4,4 – 6 (8) mmol/l
 - Különböző mértékben és időtávon, de mindkettő negatív következményekkel jár



Matematikai modell

$$\dot{G}(t) = -p_G \cdot G(t) - \cancel{SI(t) \cdot G(t)} \frac{Q(t)}{1 + \alpha_G Q(t)} + \frac{P(t) + EGP - CNS}{V_G}$$

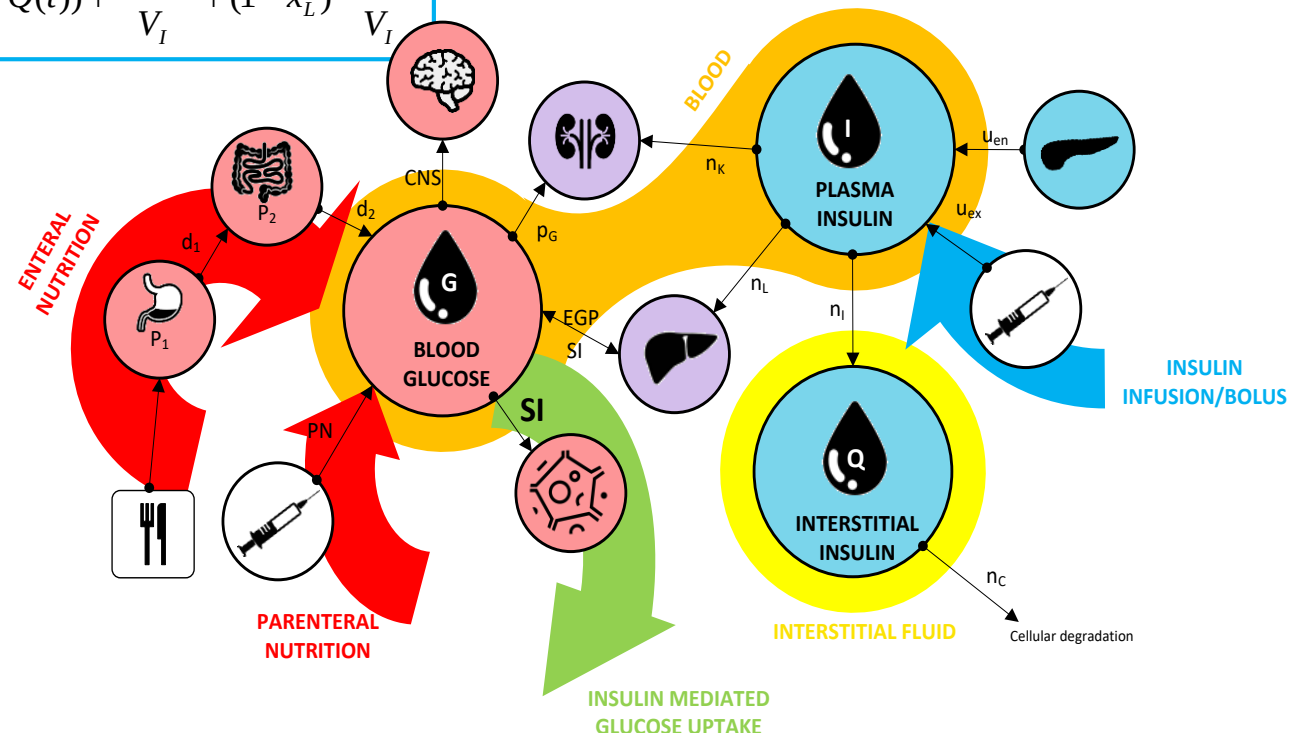
$$\dot{Q}(t) = n_I (I(t) - Q(t)) - n_C \frac{Q(t)}{1 + \alpha_Q Q(t)}$$

$$\dot{I}(t) = n_K \cdot I(t) - n_L \frac{I(t)}{1 + \alpha_I I(t)} - n_I (I(t) - Q(t)) + \frac{u_{ex}(t)}{V_I} + (1 - x_L) \frac{u_{en}(I)}{V_I}$$

$$\begin{aligned} P(t) &= \min(d_2 \cdot P_2, P_{\max}) + PN(t) \\ \dot{P}_1(t) &= -d_1 \cdot P_1 + D(t) \\ \dot{P}_2(t) &= -\min(d_2 \cdot P_2, P_{\max}) + d_1 \cdot P_1 \end{aligned}$$

$$u_{en}(I) = k_1 e^{\frac{I(t)^{k_2}}{k_3}}$$

Az **inzulin érzékenység (SI)** a szervezet **inzulin függő glükóz felvételét** jellemző mérőszám.



STAR:Visszacsatolt szabályozás



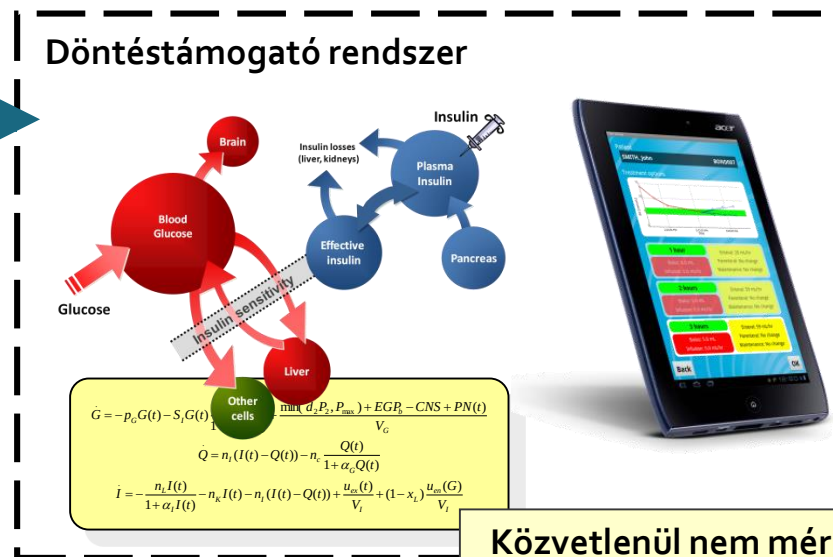
Mért beteg paraméterek



Beteg kezelése



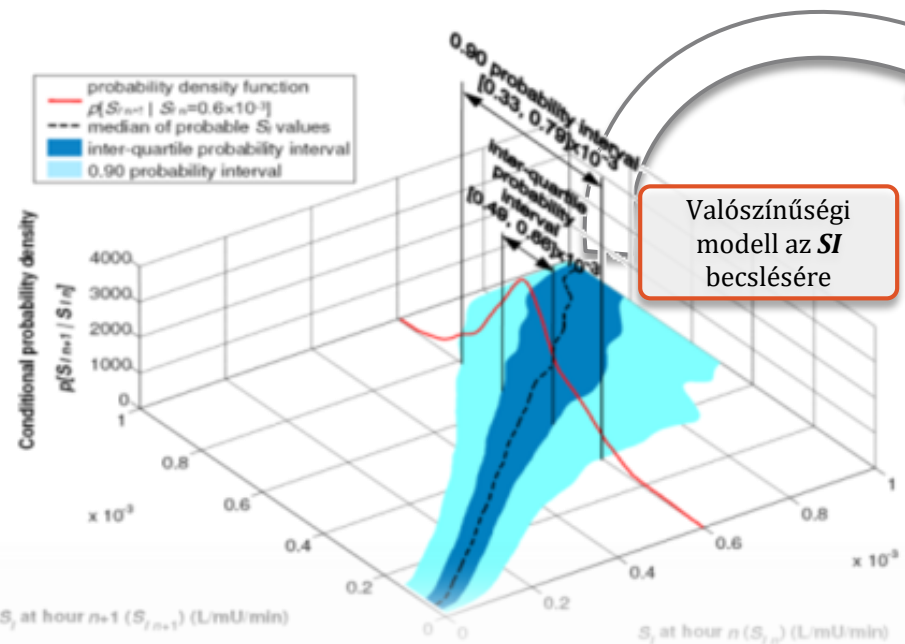
A nővér beállítja a javasolt értékeket a pumpákon



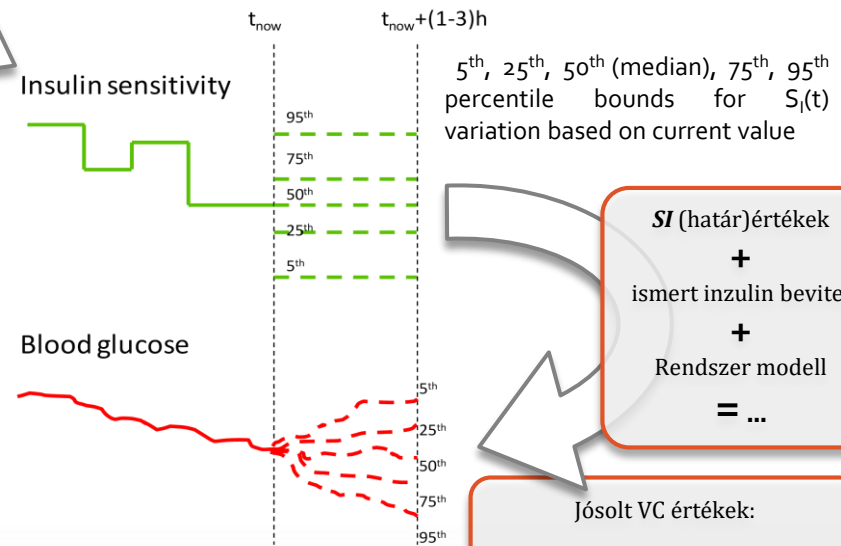
Közvetlenül nem mérhető
betegparaméterek
meghatározása a
döntéstámogatáshoz
Inzulin szenzitivitás (SI)

“Nurse-in-the-loop” típusú rendszer. Intenzív terápiában általánosan használt eszközökkel és általános célú számítástechnikai eszközzel megvalósítható.

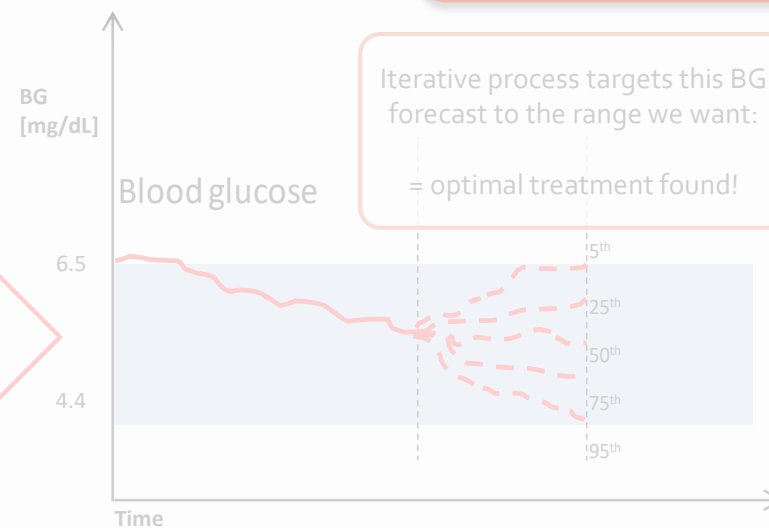
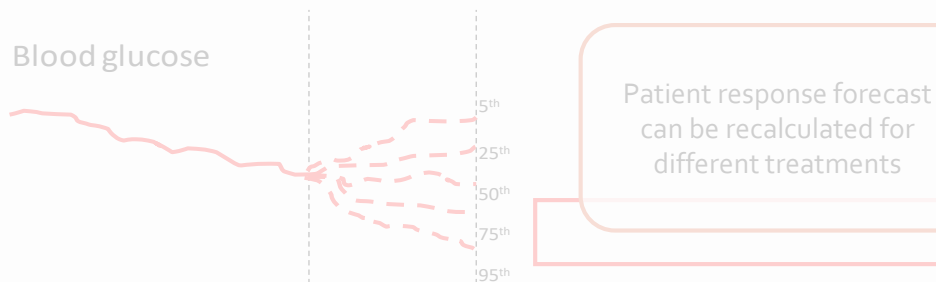
Protokoll működése



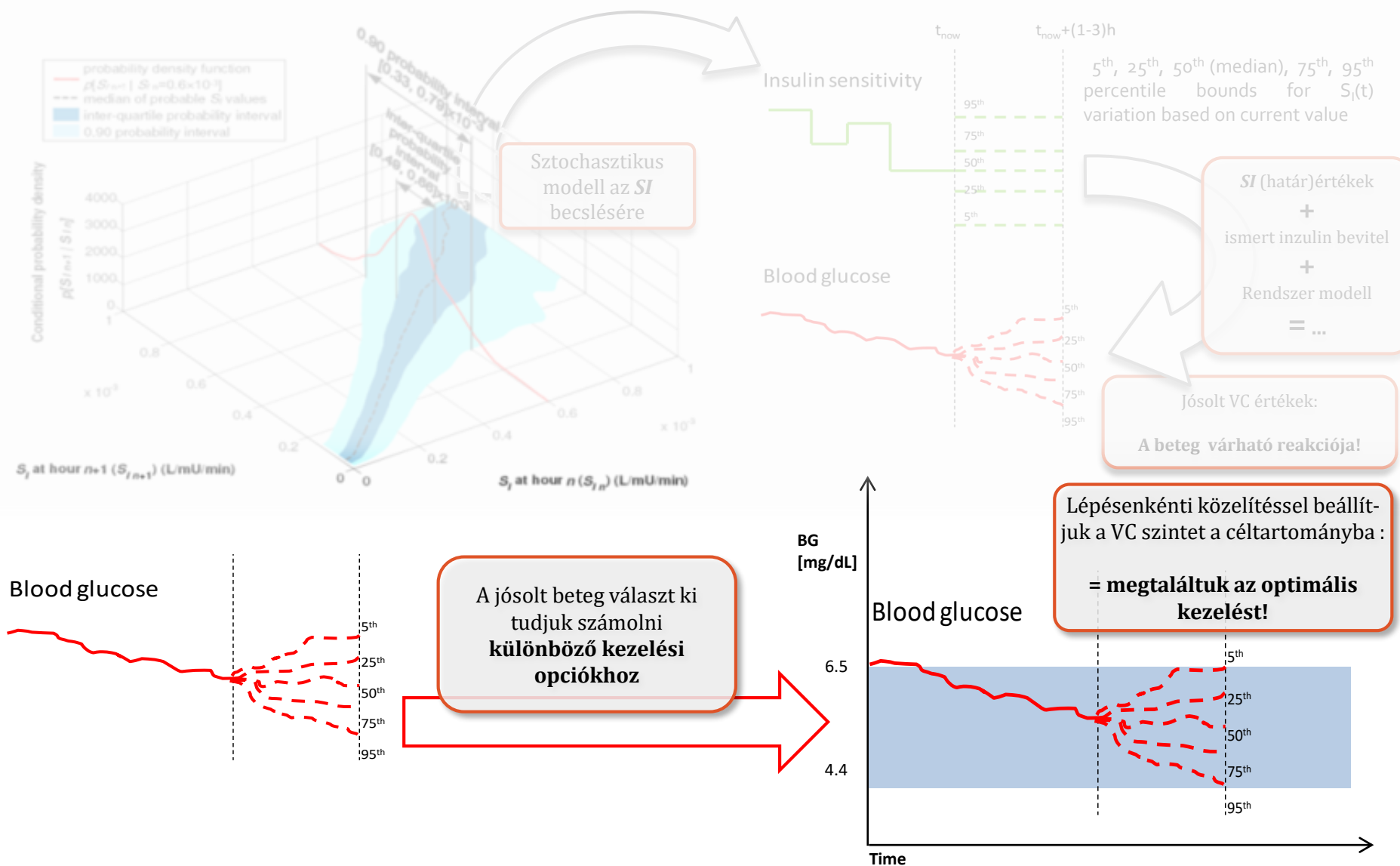
Valószínűségi
modell az SI
becslésére



Jósolt VC értékek:
A beteg várható reakciója!



Protokoll működése



Eredmények

	STAR Chch	STAR Gyula	SPRINT Chch	SPRINT Gyula
Workload				
# VC mérések száma:	1,486	2,703	26,646	1,088
Mérés/nap:	13.5	12.8	16.1	16.4
Control performance				
VC median [IQR] (mmol/L):	6.1 [5.7 – 6.8]	6.43 [5.7 – 7.4]	5.6 [5.0 – 6.4]	6.30 [5.5 – 7.5]
% VC céltartományban*	89.4	86.8	86.0	76.4
%VC > 10 mmol/L	2.48	6.37	2.0	2.8
Safety				
% VC < 4.0 mmol/L	1.54	1.73	2.89	1.90
%VC < 2.2 mmol/L	0.0	0.04	0.04	0
# beteg < 2.2 mmol/L	0	1 (érkezéskor hypo)	8 (4%)	0
Clinical interventions				
Median insulin (U/hr):	3	2.6	3.0	3.0
Median glucose (g/hr):	4.9	7.3	4.1	7.4

*4-8mmol/L

STAR protokoll implementációja: Android platformra

STAR_android

New patient

Slide your finger up/down to scroll the screen up/down.

Patient name

Surname

First name

Hospital ID

Age 67

Gender

Body frame s

Blood glucos

Current 14 mmol/L

BG target range

4.4 - 8.0 mmol/L Recommended for most patients

6.0 - 9.0 mmol/L May be recommended for known Type II diabetes or other conditions

Insulin infusion 0 mL/hr

Insulin concentration 1.0 U/mL

Nutrition

ON Enteral

Type Glucerna

Rate 60 mL/hr

Variable Constant

ON Parenteral

Type TPN pre-mix: 12.5% dextrose

Rate 20 mL/hr

OFF Maintenance

Cancel OK

STAR_android

Patient SMITH, John BOND007

Actions

Calculate treatment

Make changes Stop STAR

Details

BG 14.0 mmol/L at 17:38
Next BG at: 18:38. BG target range: 4.4 - 8.0 mmol/L

Insulin Bolus 6.0mL at 17:38
Infusion 0.0mL/hr Variable

Nutrition Enteral 60 mL/hr Variable (91% goal)
Parenteral 20 mL/hr Constant
Maintenance none Constant
Dextrose bolus 0.0mL

Select patient Patient history

STAR_android

Blood glucose

Please enter the new blood glucose measurement

10.0 mmol/L

7 8 9

4 5 6

1 2 3

0 Del

Nov 20 2011 18 38

Training mode is active: time set to the next scheduled BG measurement

Back OK

STAR_android

Patient SMITH, John BOND007

Model-generated BG forecasts. Lines indicate 90% likelihood of BG concentrations.

BG [mmol/L]

5:56:40 PM 7:20:00 PM 8:43:20 PM 10:06:40 PM 11:30:00 PM

Pick a treatment

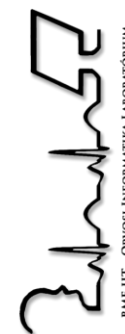
Choose from the available options based on patient condition and BG stability.

Option 1 BG: 1 hour Enteral: 63 mL/hr (95% goal)
Bolus: 4.0 mL Parenteral: No change
Infusion: 0.0 mL/hr Maintenance: No change

Option 2 BG: 2 hours Enteral: 63 mL/hr (95% goal)
Bolus: 4.0 mL Parenteral: No change
Infusion: 0.0 mL/hr Maintenance: No change

Option 3 BG: 3 hours Enteral: 63 mL/hr (95% goal)
Bolus: 4.0 mL Parenteral: No change
Infusion: 0.0 mL/hr Maintenance: No change

Back



LEHETSÉGES FELADATOK: STAR

Lehetséges feladatok: STAR

- STAR alkalmazás fejlesztése
 - GUI fejlesztés
 - Android, Java
 - Újszülöttes verzió modell és protokoll implementációja
 - Android, Java
- Fejlesztéstámogató verifikációs módszer kidolgozása retrospektív adatokon
 - Matlab
- Modell módosítása specifikus esetekre
 - Android, Java, Matlab
- Beérkező betegadatok feldolgozása
 - Matlab