

INFORMATIKAI ALKALMAZÁSOK AZ ORVOSI GYAKORLATBAN

Bevezető és kedvcsináló előadás a témalaboratóriumi feladatokhoz

Benyó Balázs, Szlávecz Ákos

bbenyo@iit.bme.hu, szlavecz@iit.bme.hu

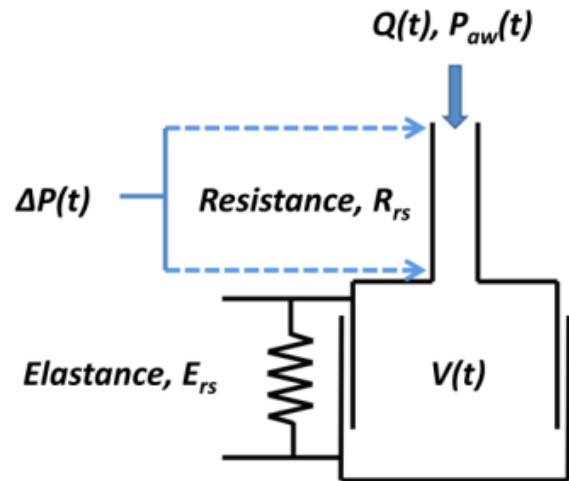
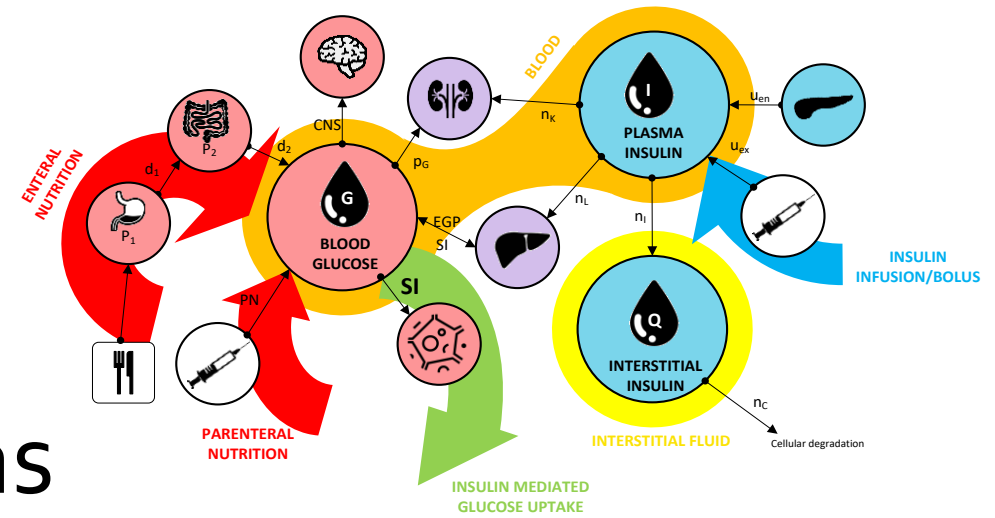


MODELL ALAPÚ DIAGNOSZTIKAI ÉS TERÁPIÁS MÓDSZEREK AZ INTENZÍV TERÁPIÁBAN

Modell alapú diagnosztikai és terápiás módszerek

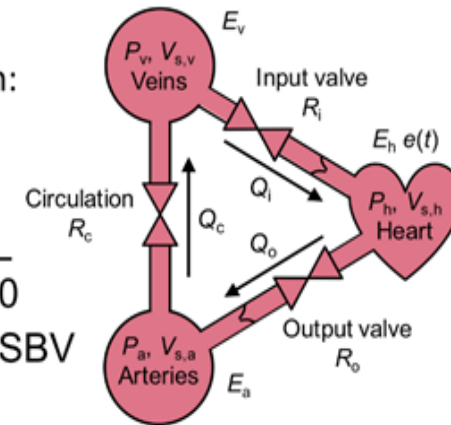
Intenzív terápiás alkalmazási területek

- Vércukor szabályozás
- Lélegeztetés
- Kardiovaszkuláris ellátás



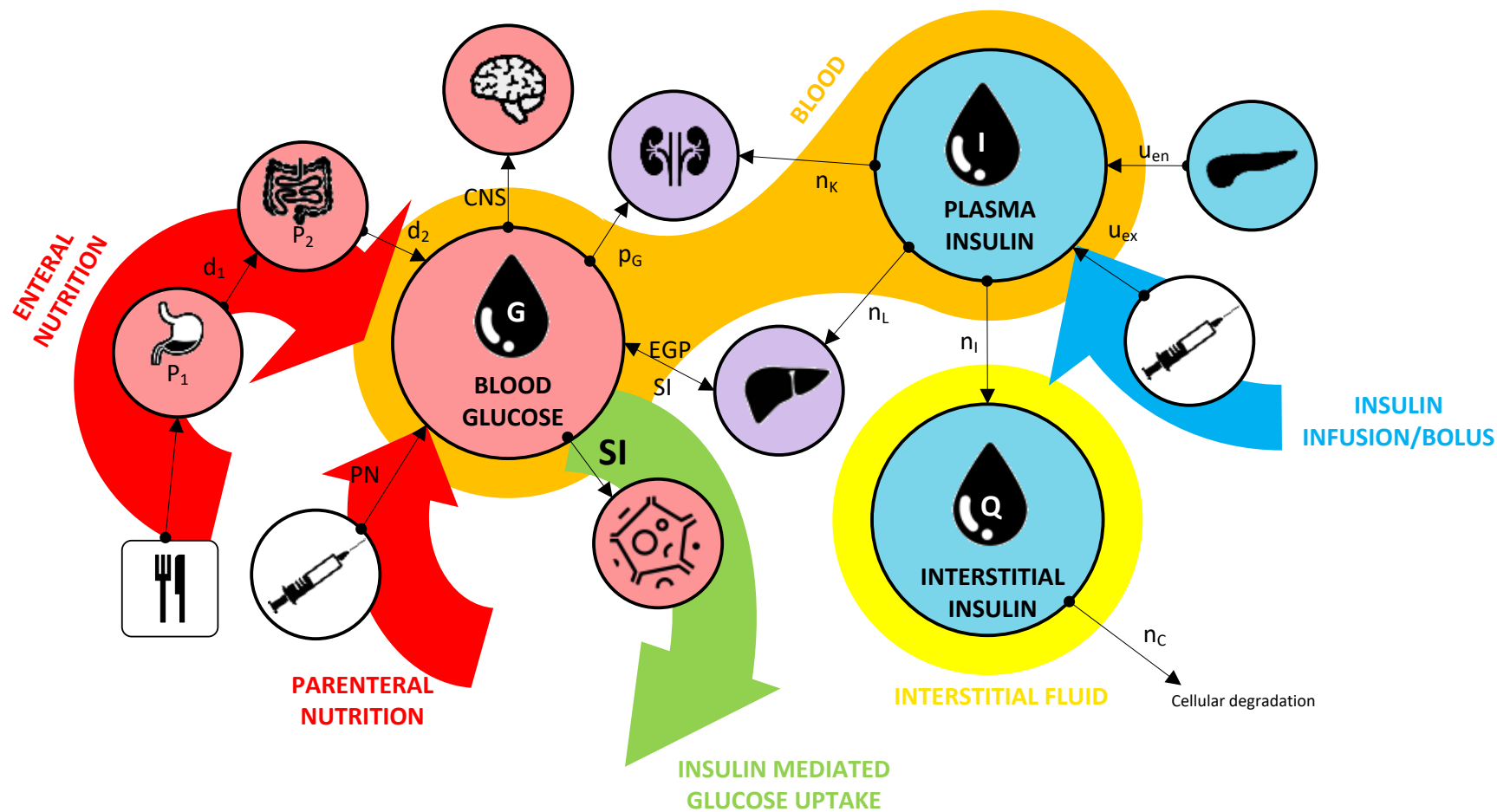
Continuity equation:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{s,h} &= Q_i - Q_o \\ \dot{V}_{s,a} &= Q_o - Q_c \\ \dot{V}_{s,v} &= Q_c - Q_i \\ \hline \dot{V}_{s,h} + \dot{V}_{s,a} + \dot{V}_{s,v} &= 0 \\ V_{s,h} + V_{s,a} + V_{s,v} &= SBV \end{aligned}$$



Fiziológiás folyamatok modellezése

Intensive Control Insulin-Nutrition-Glucose (ICING) modell



Fiziológiai modell matematikai leírása

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

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

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

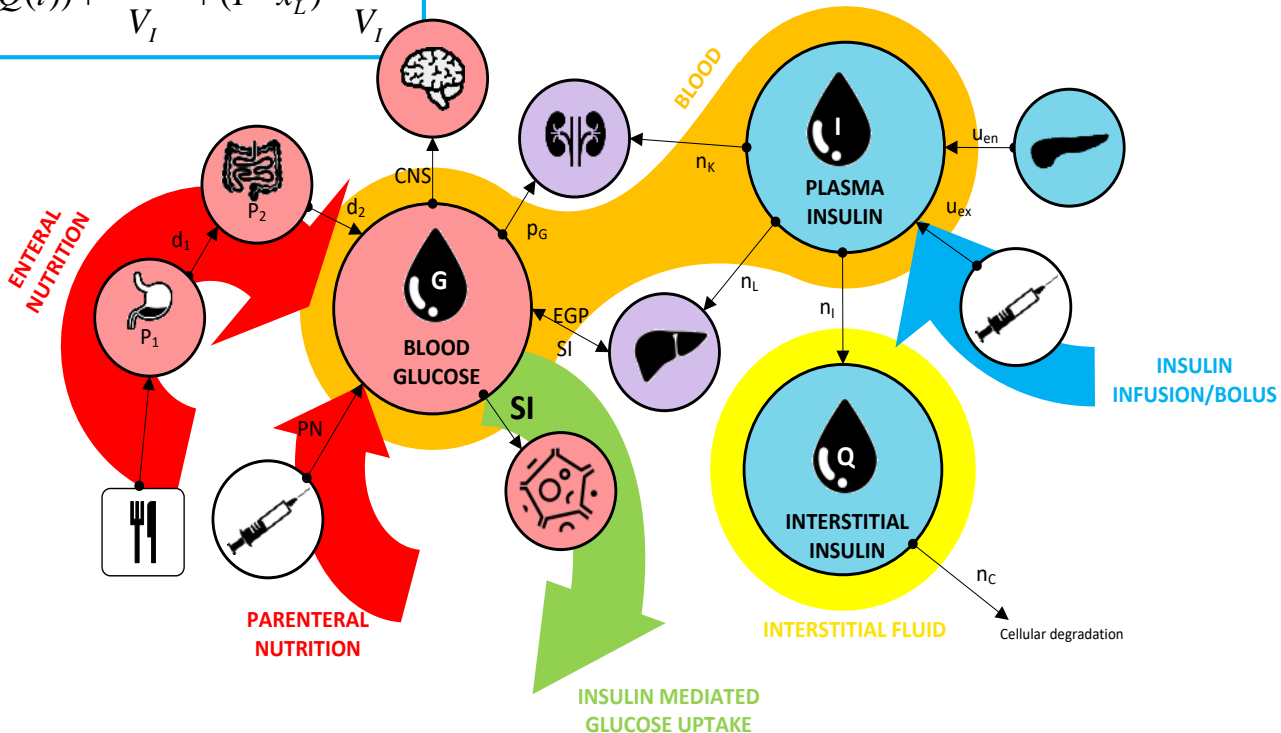
$$P(t) = \min(d_2 \cdot P2, P_{max}) + PN(t)$$

$$\dot{P1}(t) = -d_1 \cdot P1 + D(t)$$

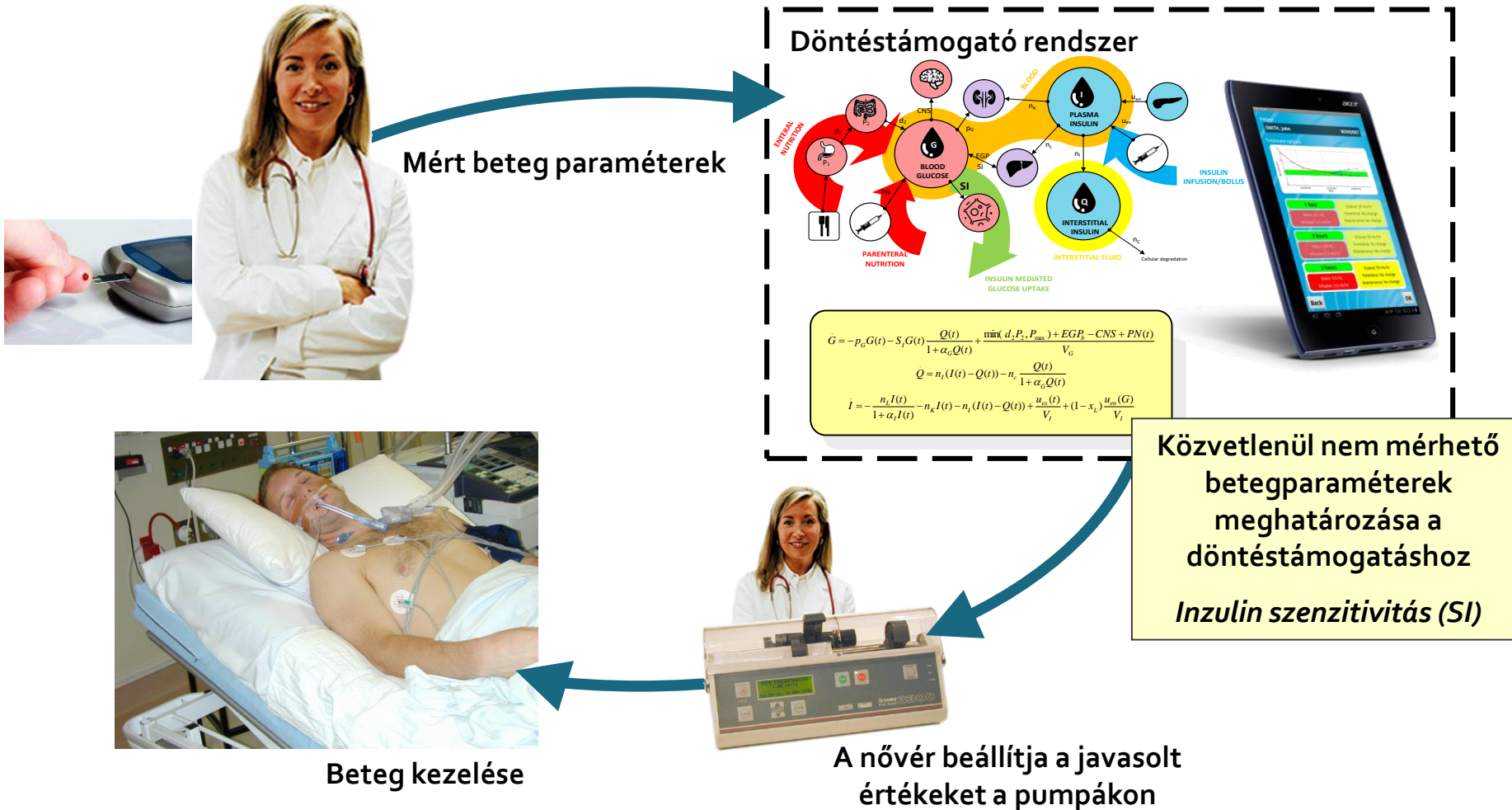
$$\dot{P2}(t) = -\min(d_2 \cdot P2, P_{max}) + d_1 \cdot P1$$

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

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

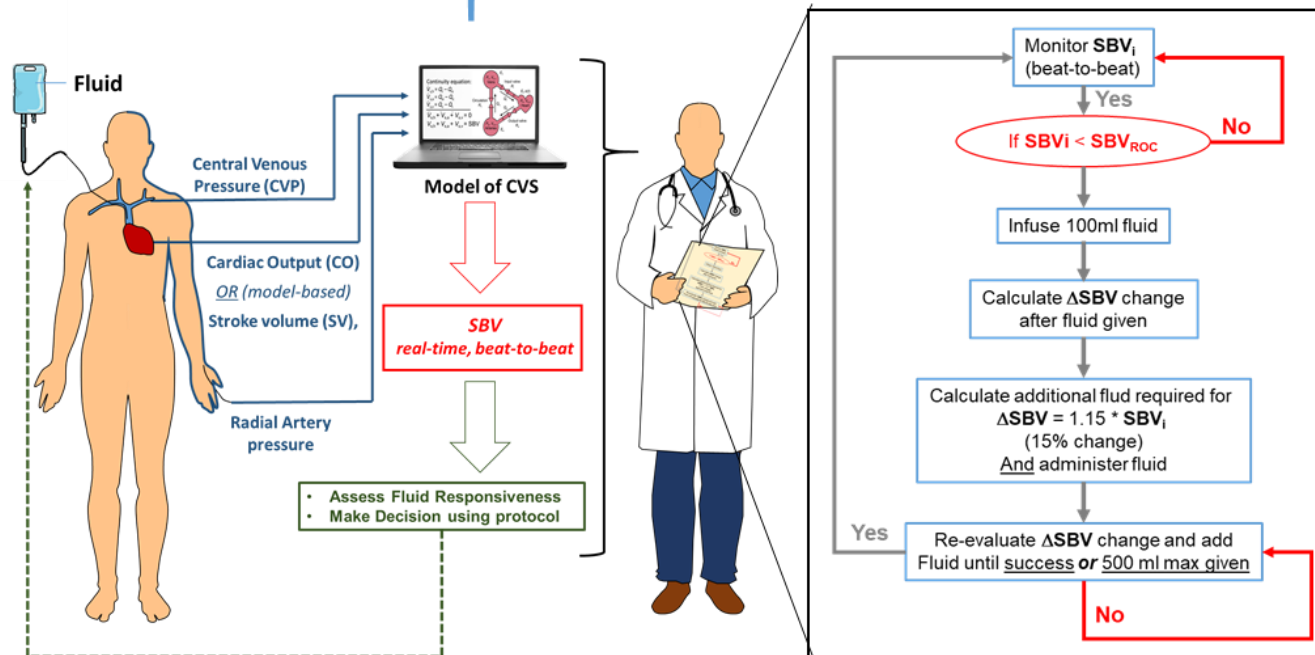
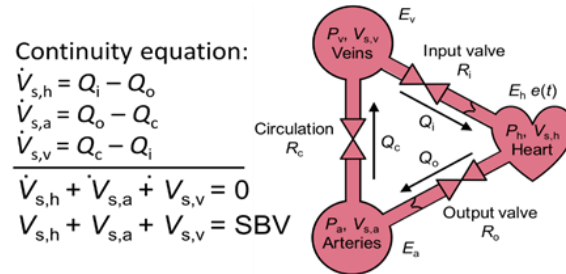


Modell alapú megközelítés alkalmazása a terápiában: STAR vércukor szabályozás

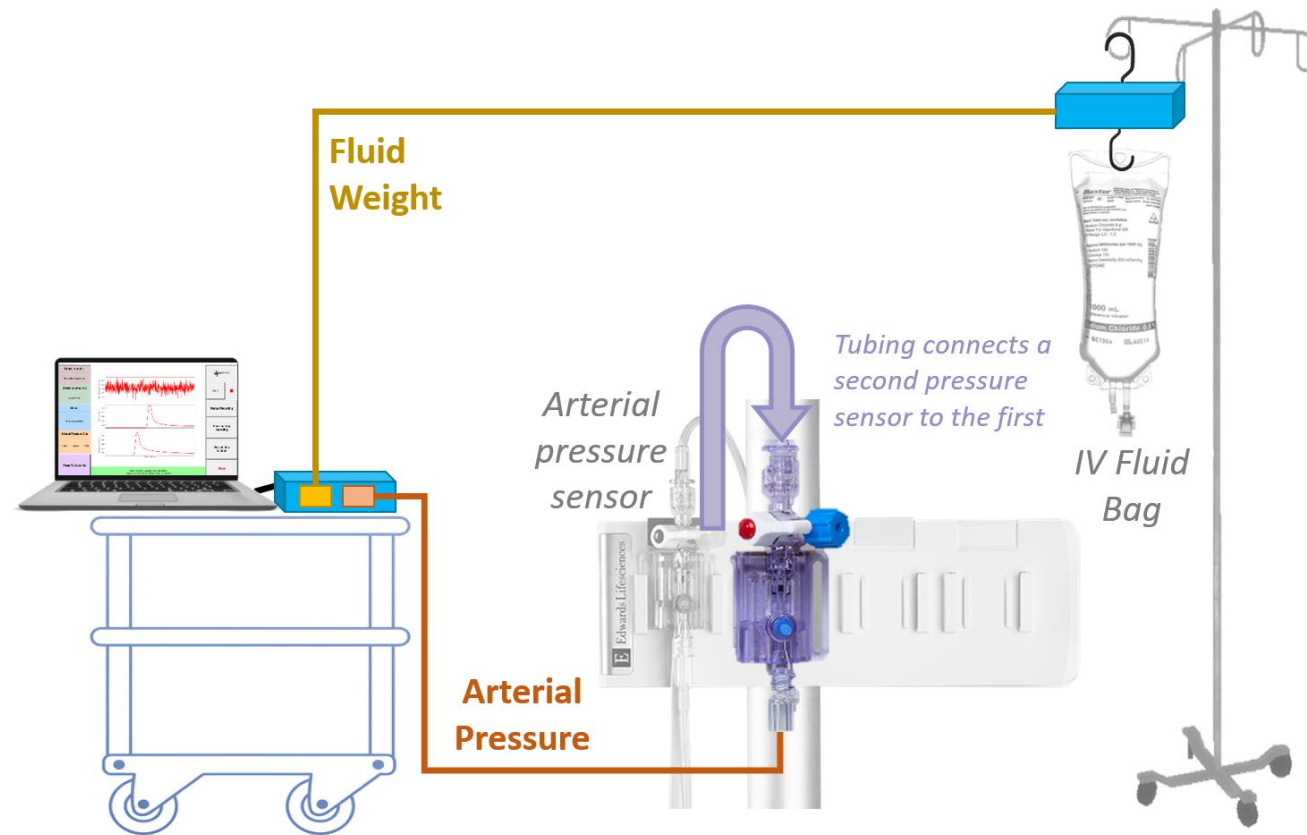


“Nurse-in-the-loop” típusú rendszer. Intenzív terápiában általánosan használt eszközökkel és általános célú számítástechnikai eszközzel megvalósítható.

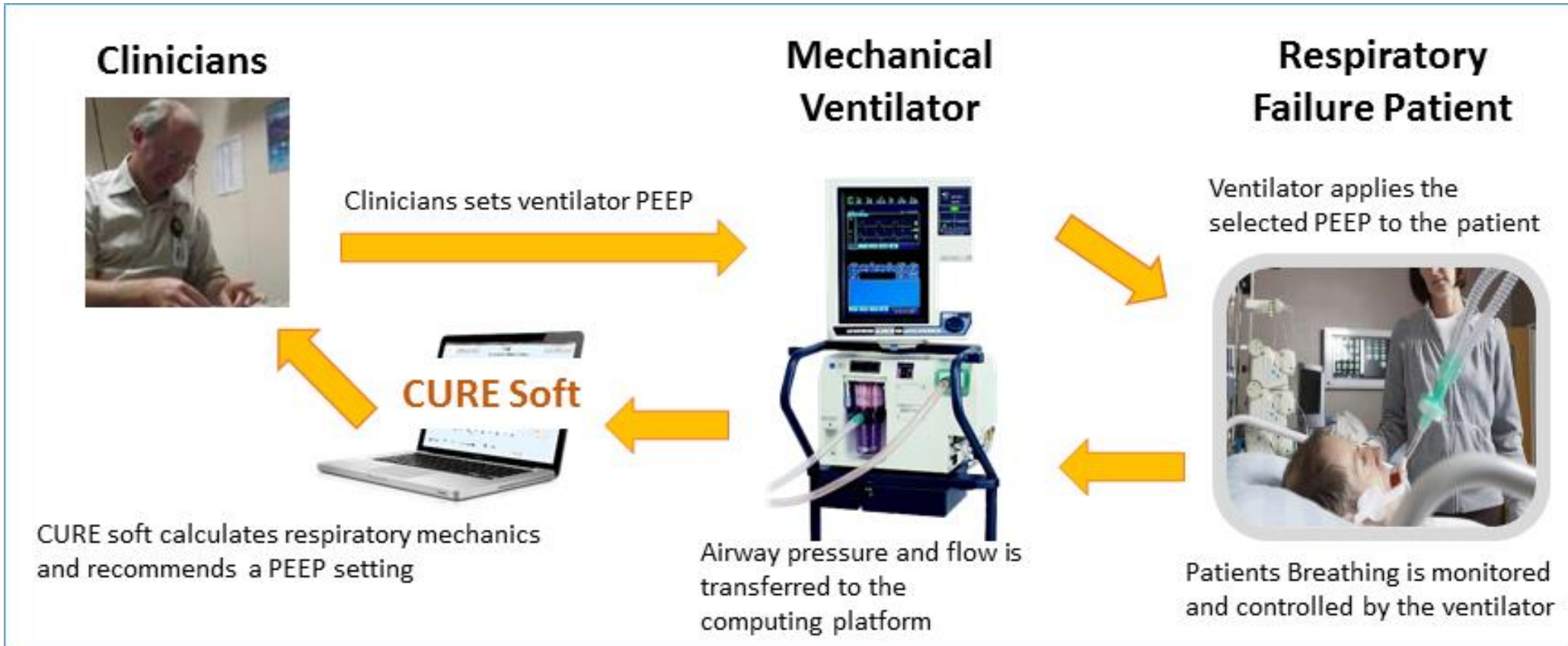
Modell alapú módszerek személyre szabott folyadékterápia megvalósításához



Klinikai adatgyűjtés



Mesterséges lélegeztetés modell alapú támogatása



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, STAR ALKALMAZÁS

STAR protokoll

- **STAR:**
 - Stochastic Targeted Control
- **Előnyök:**
 - Betegenként állítható céltartomány
 - Kockázatok közvetlen kezelése
 - Számítógépes alkalmazás tablet-re
 - Egyszerű, felhasználóbarát kezelői felület



STAR alkalmazás – felhasználói interfész

Patient Name and Hospital ID

The screenshot shows the STAR Android application interface. At the top, the patient information is displayed: "Patient SMITH, John BOND007". Below this, there are three action buttons: "Calculate treatment" (green text), "Make changes" (blue text), and "Stop STAR" (red text). The "Details" section is divided into three colored boxes: a green box for "BG" (Blood Glucose) showing "14.0 mmol/L at 17:38" with a target range of "4.4 - 8.0 mmol/L"; a red box for "Insulin" showing "Bolus 6.0mL at 17:38" and "Infusion 0.0mL/hr"; and a yellow box for "Nutrition" showing "Enteral 60 mL/hr", "Parenteral 20 mL/hr", "Maintenance none", and "Dextrose bolus 0.0mL". At the bottom, there are two buttons: "Select patient" and "Patient history".

Last Blood Glucose Measurement

Current Nutrition Treatment

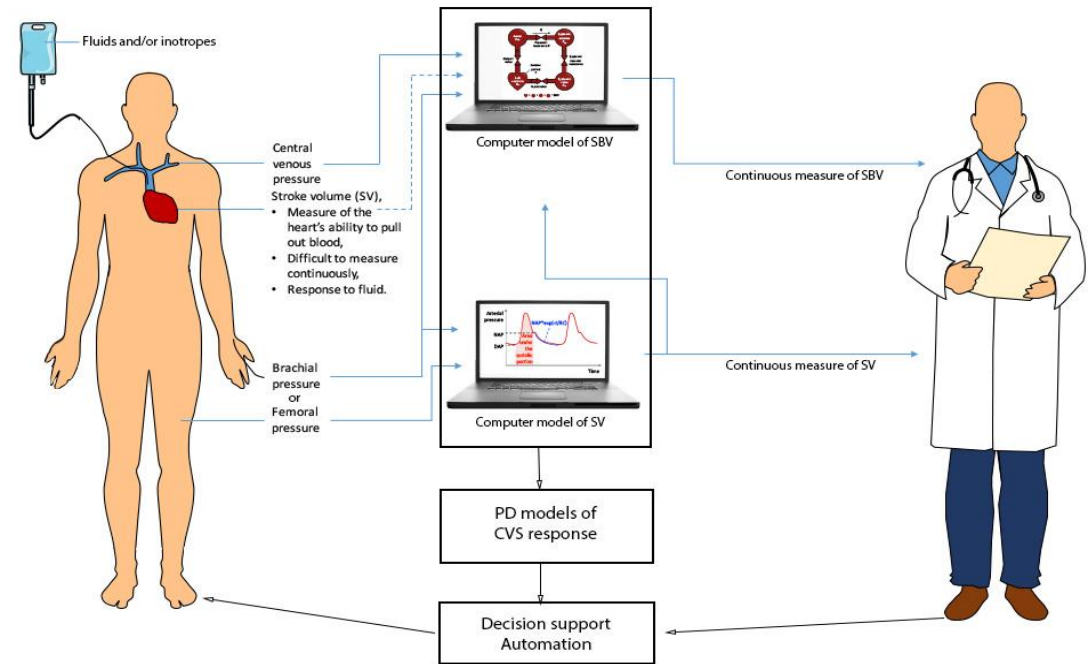
Current Insulin Treatment

LEHETSÉGES FELADATOK

Modell alapú diagnosztikai és terápiás módszerek az intenzív terápiában

Adatgyűjtő és kiértékelő hardver és szoftver környezet kialakítása folyamatos kardiovaszkuláris monitorozás támogatására

- Folyamatos kardiovaszkuláris monitorozás megismerése
- Adatgyűjtő hardver-szoftver környezet kialakítása
- Élettani modellek implementációja
- Klinikai protokoll kidolgozása
- Preferált ismeretek: python és/vagy matlab



Modell alapú diagnosztikai és terápiás módszerek az intenzív terápiában

- **Adatgyűjtő és kiértékelő hardver és szoftver környezet kialakítása folyamatos kardiovaszkuláris monitorozás támogatására**
 - Különböző testtájakon mért vérnyomás értékek közötti összefüggések vizsgálata
 - Preferált ismeretek: python és/vagy matlab
- **Mesterséges intelligencia alapú állapot becselő módszerek validációja in-silico szimuláció segítségével**
 - Különböző betegcsoportok terápiájának összehasonlítása, élettani paraméterek becslése
 - Preferált ismeretek : python , tensorflow, keras, docker
- **Invazív és nem invazív lélegeztetés monitorozása**
 - Elektromos Impedancia Tomográfias (EIT) alkalmazása a lélegeztetés paramétereinek meghatározására
 - Preferált ismeretek : python és/vagy matlab

Kapcsolat: Szlávecz Ákos, szlavecz@iit.bme.hu, Benyó Balázs, bbenyo@iit.bme.hu