

# INFORMATIKAI ALKALMAZÁSOK AZ ORVOSI GYAKORLATBAN

---

Bevezető és kedvcsináló előadás a témalaboratóriumi feladatokhoz

Benyó Balázs, Szlávecz Ákos

[bbenyo@iit.bme.hu](mailto:bbenyo@iit.bme.hu), [szlavecz@iit.bme.hu](mailto:szlavecz@iit.bme.hu)

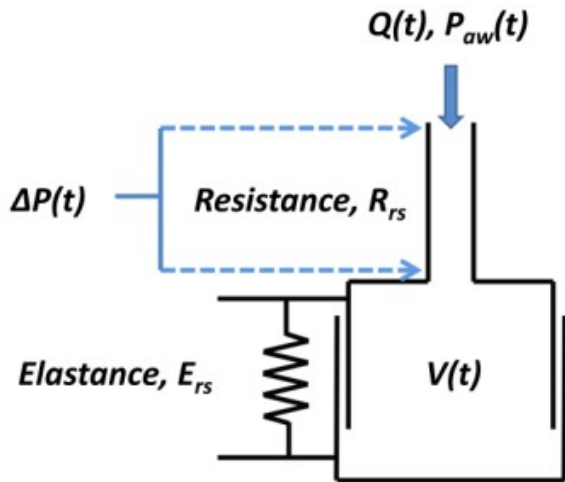
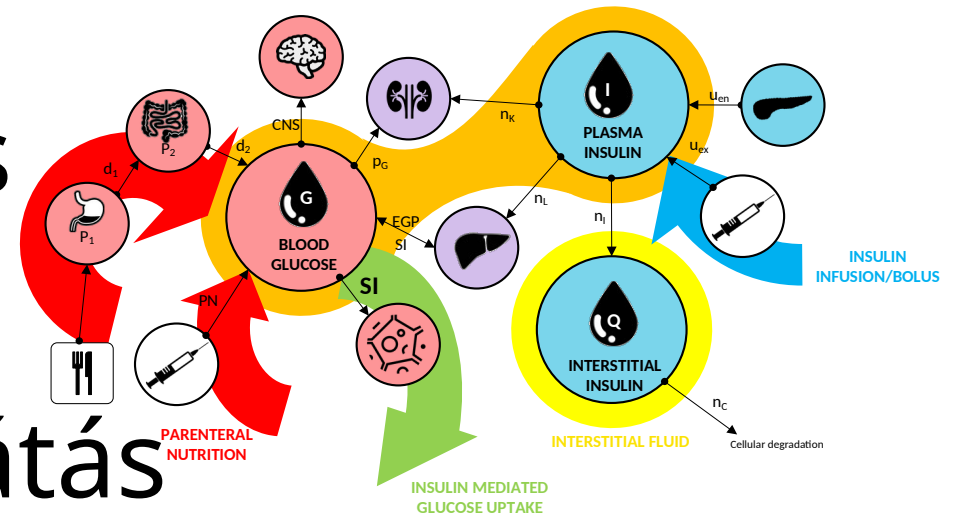
# MODELL ALAPÚ DIAGNOSZTIKAI ÉS TERÁPIÁS MÓDSZEREK AZ INTENZÍV TERÁPIÁBAN

---

Modell alapú diagnosztikai és terápiás módszerek

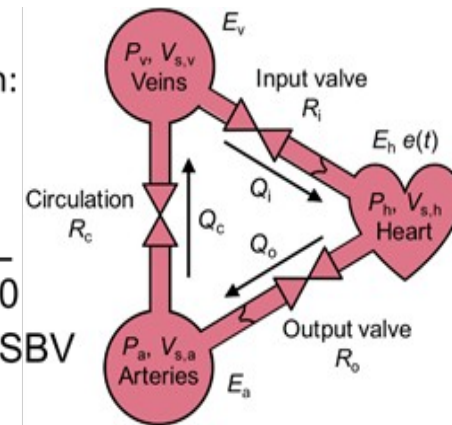
# Intenzív terápiás alkalmazási területek

- Vércukor szabályozás
- Lélegeztetés
- Kardiovaszkuláris ellátás



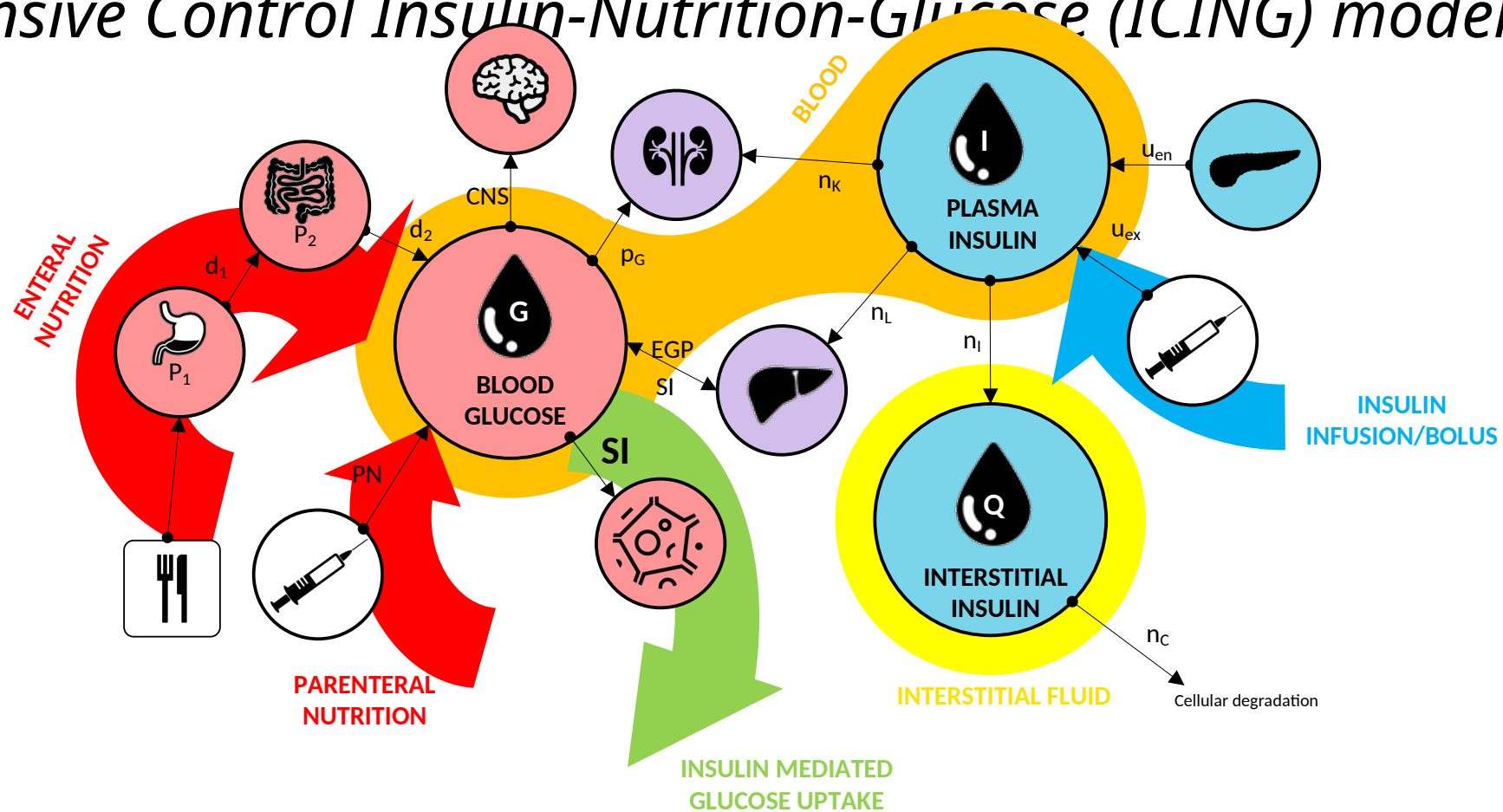
Continuity equation:

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



# Fiziológiás folyamatok modellezése

*Intensive Control Insulin-Nutrition-Glucose (ICING) modell*



# Fiziológiai modell matematikai leírása

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

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

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

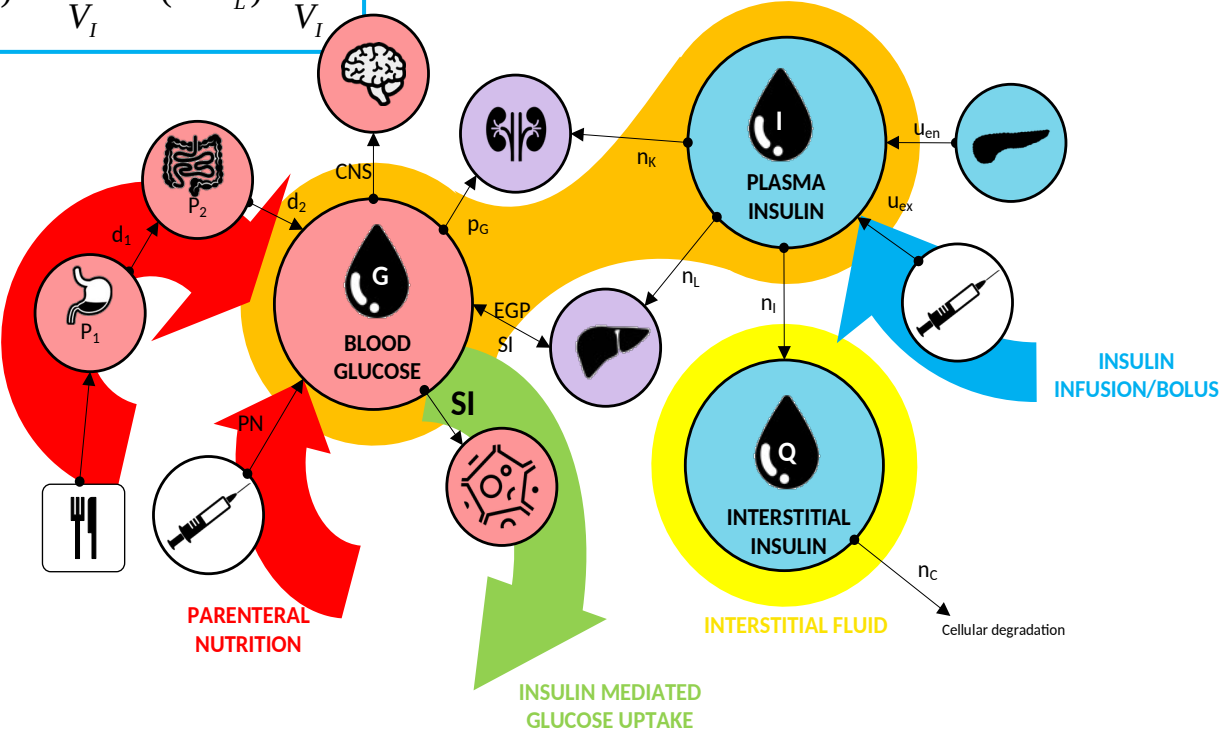
$$P(t) = \min(d_2 \cdot P2, P_{max}) + PN(t)$$

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

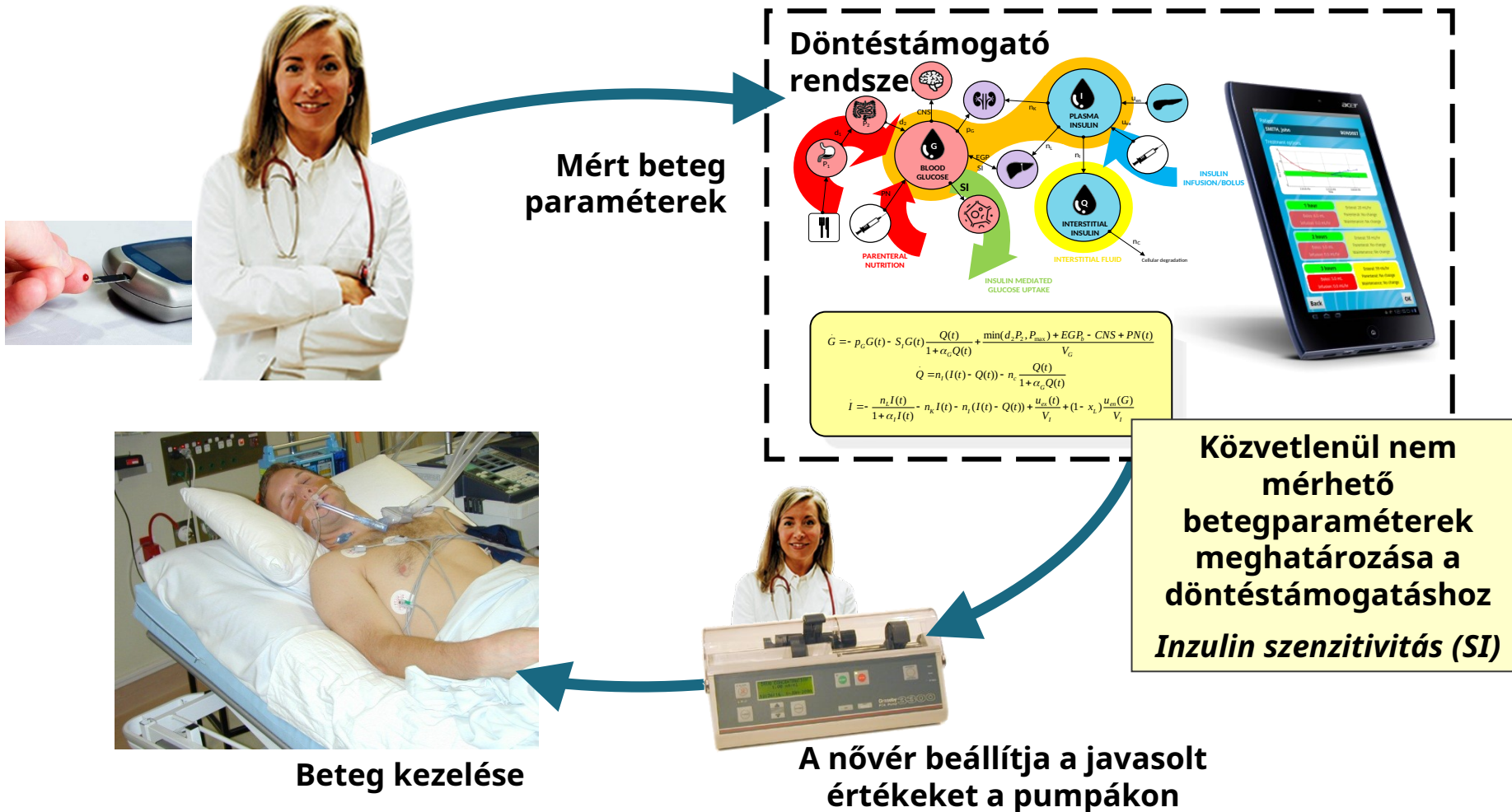
$$\dot{P2}(t) = -\min(d_2 \cdot P2, P_{max}) + d_1 \cdot P1$$

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

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

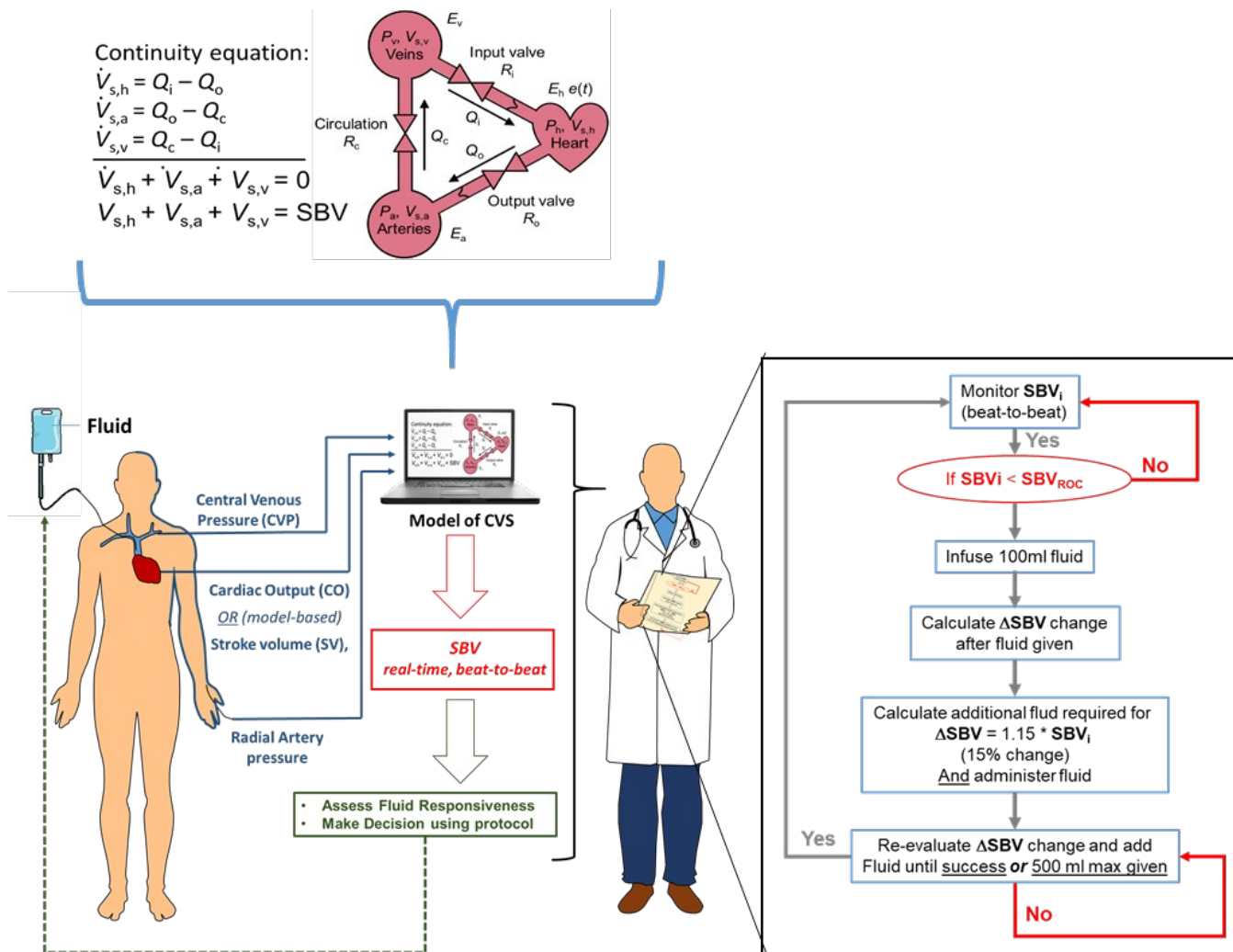


# Modell alapú megközelítés alkalmazása a terápiában: STAR vércukor szabályozás

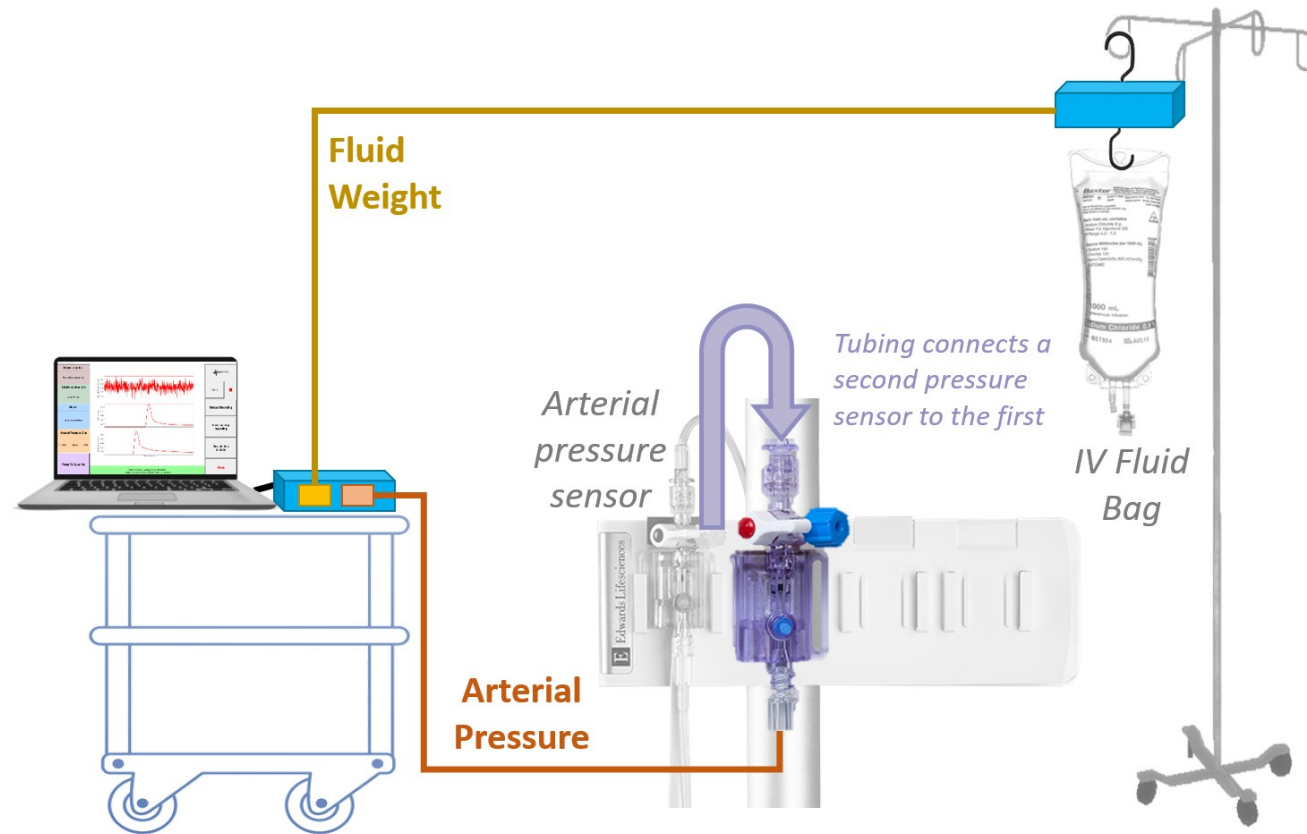


“Nurse-in-the-loop” típusú rendszer. Intenzív terápiában általánosan használt eszközökkel és általános célú számítástechnikai eszközzel megvalósítható.

# Modell alapú módszerek személyre szabott folyadékterápia megvalósításához

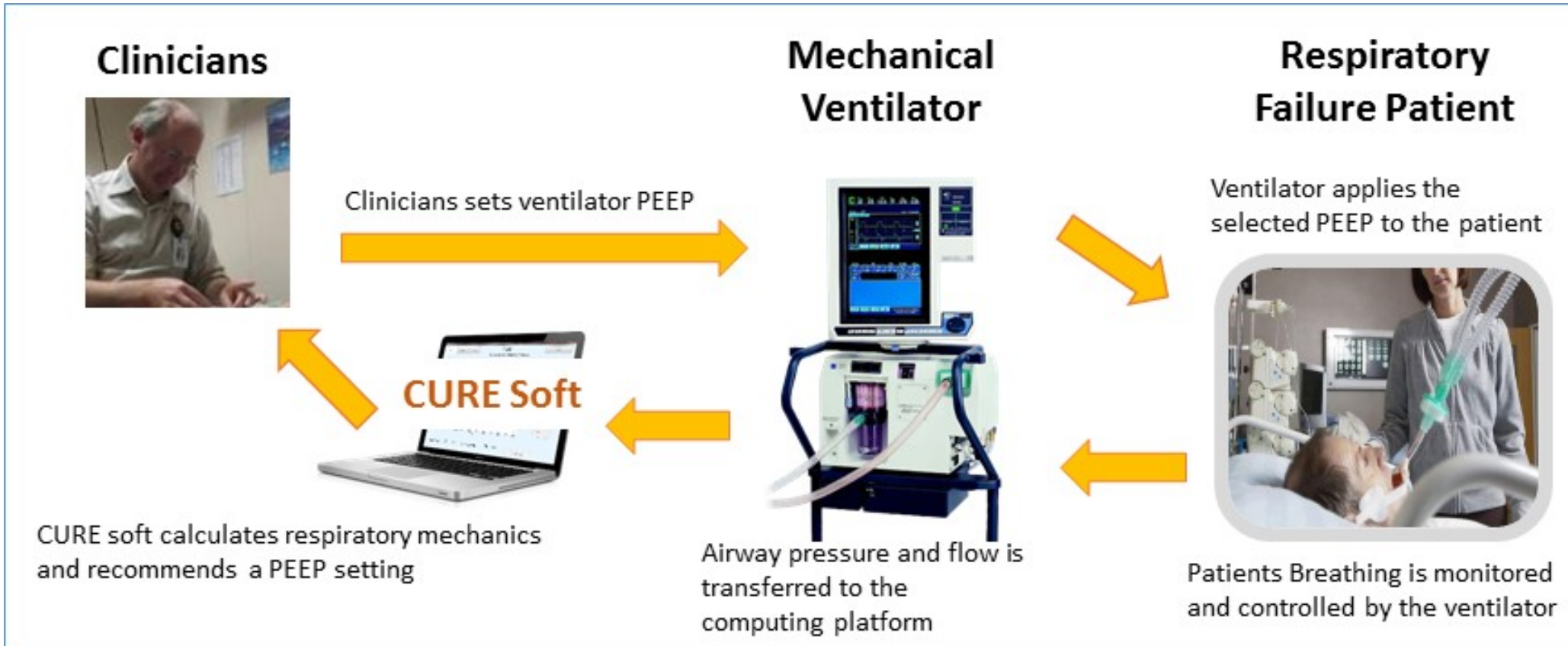


# Klinikai adatgyűjtés





# Mesterséges lélegeztetés modell alapú támogatása



# Eredmények

	STAR Chch	STAR Gyula	SPRINT Chch	SPRINT Gyula
<b>Workload</b>				
# VC mérések száma:	1,486	2,703	26,646	1,088
<b>Mérés/nap:</b>	<b>13.5</b>	<b>12.8</b>	<b>16.1</b>	<b>16.4</b>
<b>Control performance</b>				
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]
<del>% VC céltartományban*</del>	<del>89.4</del>	<del>86.8</del>	<del>86.0</del>	<del>76.4</del>
% VC > 10 mmol/L	2.48	6.37	2.0	2.8
<b>Safety</b>				
% VC < 4.0 mmol/L	<b>1.54</b>	<b>1.73</b>	<b>2.89</b>	<b>1.90</b>
<del>% VC &lt; 2.2 mmol/L</del>	<del>0.0</del>	<del>0.04</del>	<del>0.04</del>	<del>0</del>
<del># beteg &lt; 2.2 mmol/L</del>	<del>0</del>	<del>1 (érkezésakor hypo)</del>	<del>8 (4%)</del>	<del>0</del>
<b>Clinical interventions</b>				
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

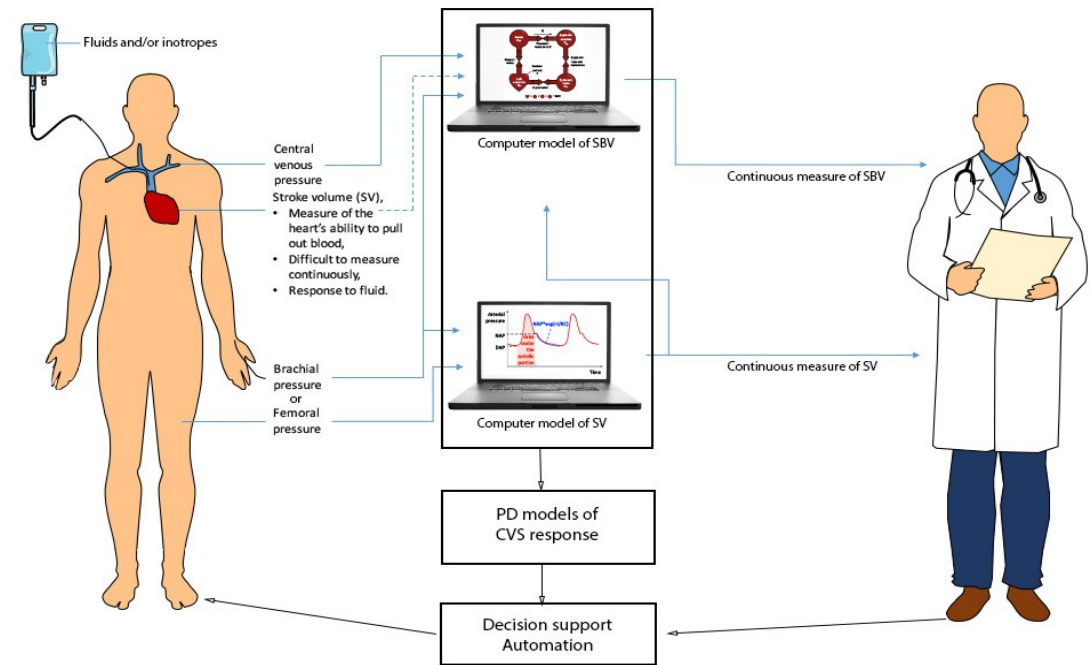
# LEHETSÉGES FELADATOK

---

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 testtípusokon 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](mailto:szlavecz@iit.bme.hu), Benyó Balázs, [bbenyo@iit.bme.hu](mailto:bbenyo@iit.bme.hu)



# ORVOSI KÉPALKOTÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS

---

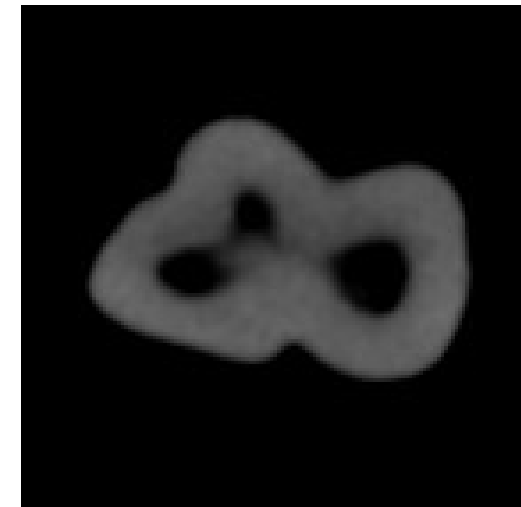
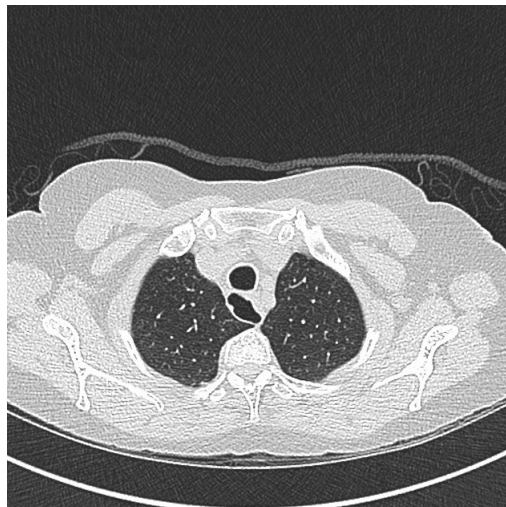
# ORVOSI KÉPALKOTÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS

---

Mesterséges intelligencia módszerek –  
Konvolúciós neurális hálózatok

# Bevezetés

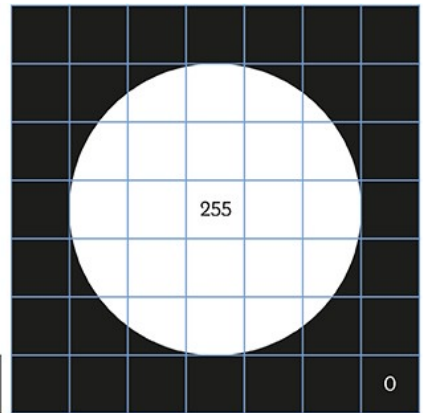
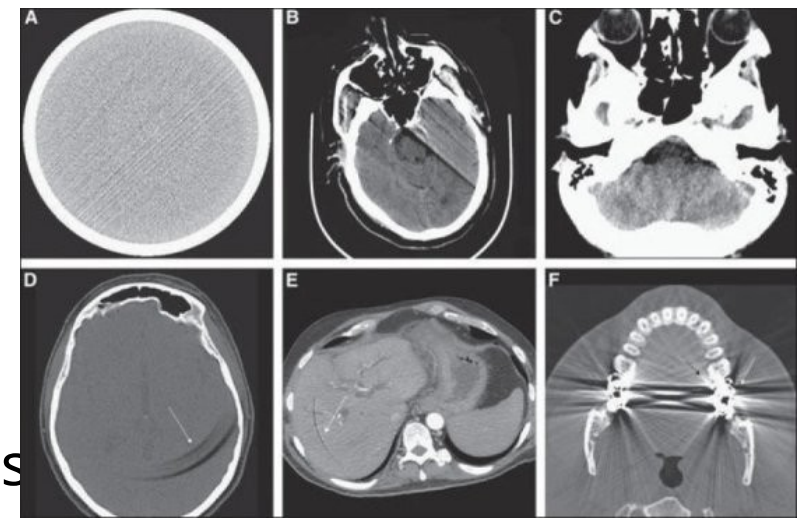
- Cél: foggyökér csatorna szegmentálása CT képek alapján
  - Csöves szerkezetű, elágazásokat tartalmazó, fiziológiai struktúrák
- Konvolúciós hálózat alapú megoldás
  - Az alkalmazott költségfüggvény szerepe meghatározó
- Speciális terület, különleges követelmények



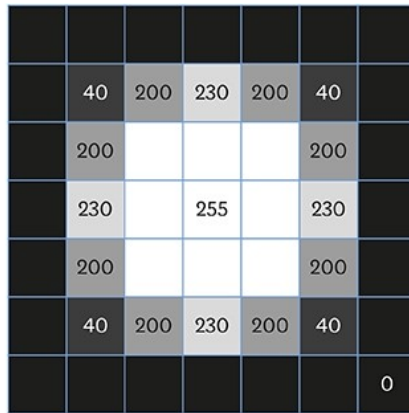


# Kihívások

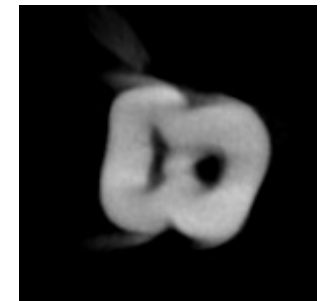
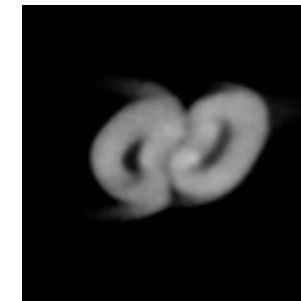
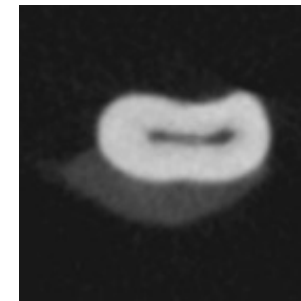
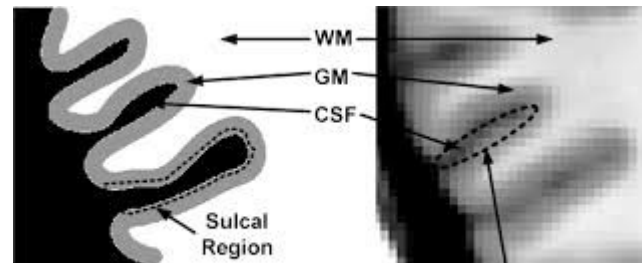
- Képképzési artefaktok hatásának kiküszöbölés
- Korlátozottan rendelkezésre álló tanítóadat
- Legyen robosztus a partial volume effect hatásaira



A

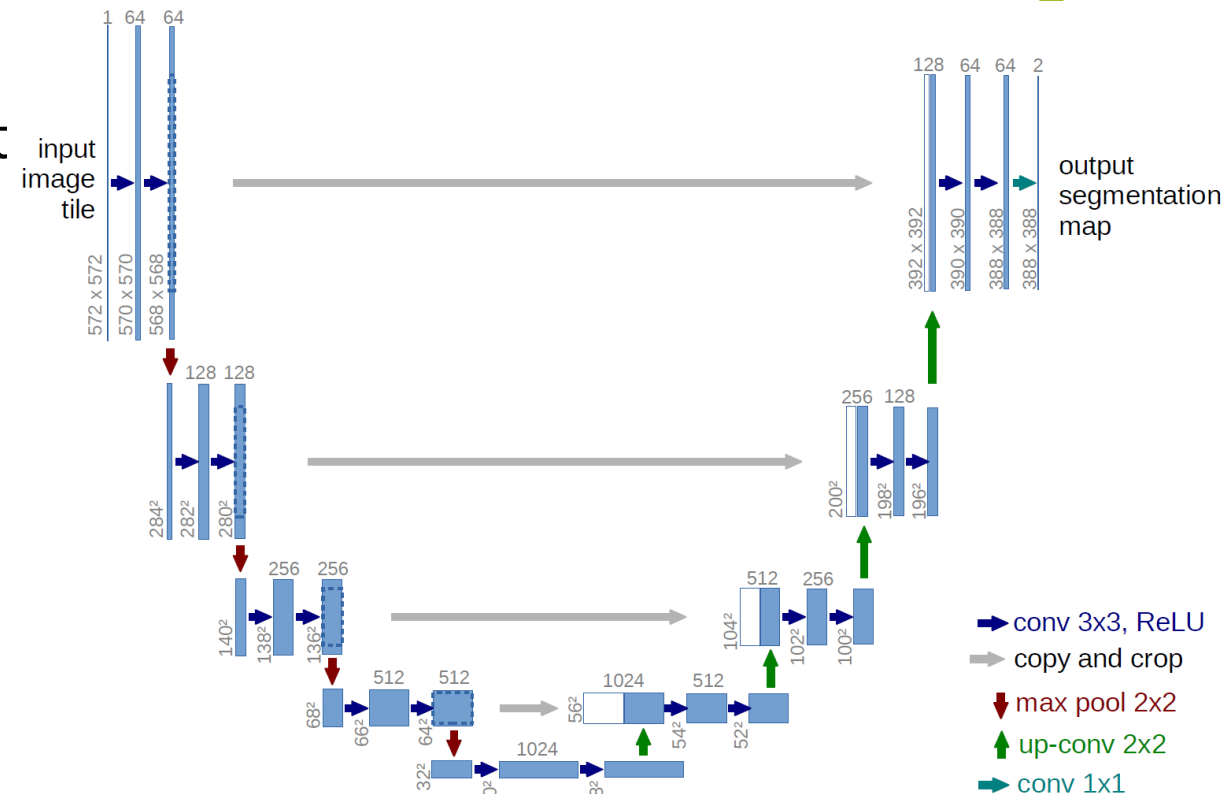


B



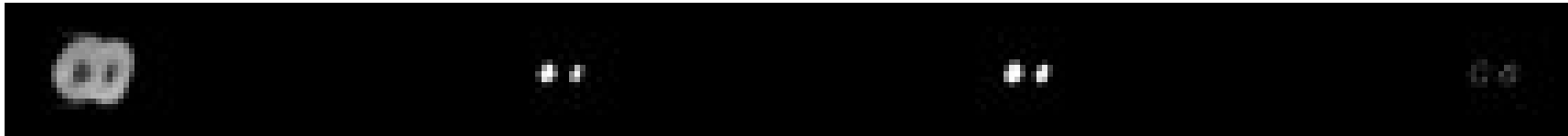
# Egy lehetséges megoldás: Unet

- Mély, teljesen konvolúciós, encoder-decoder típusú hálózat
- 2015 óta számos alkalmazási terület
- Működés: leskálázás-felskálázás
- Kifejezetten orvosi képfeldolgozásra t
- Előny: Kis tanítóhalmaz esetén is eredményes tanítás



# Eredmények

- A különböző költségfüggvények alkalmazhatónak bizonyultak a kísérlet során
- Az általunk ajánlott, súlyozott költségfüggvények jól teljesítettek
- Az ajánlott metrika használható az eredmények kiértékelésére
  - A partial volume effect által okozott hibát nem veszi figyelembe



Metric Name	Dice Loss	Tversky	BCE	Focal	WH Tversky	WH Focal
Tversky	0.6704	0.7381	0.6740	0.5205	0.7384	0.5284
Generalized Dice	0.7377	0.7801	0.7164	0.5928	0.7813	0.6008
True Positive	0.9842	0.9417	0.9848	0.9943	0.9428	0.9945
True Negative	0.9994	0.9996	0.9995	0.9993	0.9996	0.9993
Binary Dice	0.9917	0.9697	0.9920	0.9967	0.9703	0.9968
Jaccard	0.9836	0.9413	0.9843	0.9936	0.9424	0.9938

# LEHETSÉGES FELADATOK

---

Orvosi képfeldolgozás



# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

---

*Benyó Balázs*

*[bbenyo@iit.bme.hu](mailto:bbenyo@iit.bme.hu)*

