



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
ÁLTALÁNOS ORVOSTUDOMÁNYI KAR

www.aok.pte.hu

A kiterjesztett multimodális neuromonitoring alkalmazása a Pécsi Idegsebészeti Klinikán

Czigler András

PTE KK Idegsebészeti Klinika

2024.03.08.



Miért hasznos?

◆ Bizonyítékok

- a kimenetelt pozitívan befolyásolja
- prognózisbecslés

◆ Irányelvek

- a legújabbak erre is építenek

◆ Individualizált terápia

◆ Kutatás

A Brain Trauma Foundation 2016-os irányelvei a traumás agysérülést elszenvedett betegek ellátásáról



- ◆ ICP < 22 mmHg
- ◆ CPP 60-70 mmHg
- ◆ Autoreguláció monitorozás

Guidelines for the Management of Severe TBI, 4th Ed.

- Level II B
 - The recommended target cerebral perfusion pressure (CPP) value for survival and favorable outcomes is between 60 and 70 mm Hg. Whether 60 or 70 mm Hg is the minimum **optimal CPP threshold is unclear and may depend upon the patient's autoregulatory status.**
- Level III
 - Avoiding aggressive attempts to maintain CPP above 70 mm Hg with fluids and pressors may be considered because of the risk of adult respiratory failure.
- Level II B
 - Management of severe TBI patients using guidelines-based recommendations for **CPP monitoring is recommended to decrease 2-week mortality.**

2019: SIBICC SEVERE TBI ALGORITHM

SIBICC SEVERE TBI ALGORITHM FOR PATIENTS WITH ICP MONITORING

A comprehensive protocol designed to assist clinicians managing sTBI patients undergoing ICP monitoring. These recommendations are based on combined expert opinion and reflect neither a standard-of-care nor a substitute for thoughtful individualized management.

PRINCIPLES FOR USING TIERS:

- When possible, use lowest tier treatment where is no rank order within a tier
- It is not necessary to use all modalities in a lower tier before moving to the next tier
- If considered advantageous, tier can be skipped when advancing treatment

TIER
0

Basic Severe
TBI Care –
Not ICP
Dependent

Expected Interventions:

- Admission to ICU
- Endotracheal intubation and mechanical ventilation
- Serial evaluations of neurological status and pupillary reactivity
- Elevate HOB 30–45°
- Analgesia to manage signs of pain (not ICP directed)
- Sedation to prevent agitation, ventilator asynchrony, etc. (not ICP directed)
- Temperature management to prevent fever
 - Measure core temperature
 - Treat core temperature above 38°C

- Consider anti-seizure medications for 1 week only (in the absence of an indication to continue)
- Maintain CPP initially ≥ 60 mmHg
- Maintain Hb > 7 g/dL
- Avoid hyponatremia
- Optimize venous return from head (e.g. head midline, ensure cervical collars are not too tight)
- Arterial line for continuous blood pressure monitoring
- Maintain SpO₂ $\geq 94\%$

Recommended Interventions:

- Insertion of a central line
- End-tidal CO₂ monitoring

TIER
1

- Maintain CPP 60–70 mmHg
- Increase analgesia to lower ICP
- Increase sedation to lower ICP
- Maintain P_aCO₂ at low end of normal (35–38 mmHg/4.7–5.1 kPa)
- Mannitol by intermittent bolus (0.25–1.0 g/kg)
- Hypertonic saline by intermittent bolus¹
- CSF drainage if EVD *in situ*
- Consider placement of EVD to drain CSF if parenchymal probe used initially
- Consider anti-seizure prophylaxis for one week only (unless indication to continue)
- Consider EEG monitoring

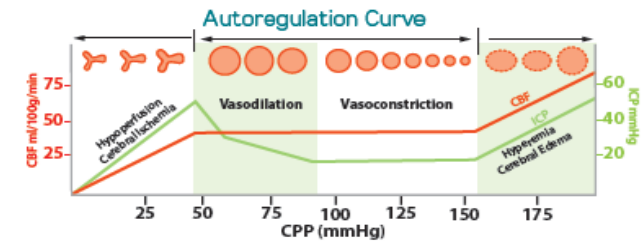
TIER
2

- Mild hypocapnia range 32–35 mmHg/4.3–4.6 kPa
- Neuromuscular paralysis in adequately sedated patients if efficacious²
- Perform MAP Challenge to assess cerebral autoregulation and guide MAP and CPP goals in individual patients³
 - Should be performed under direct supervision of a physician who can assess response and

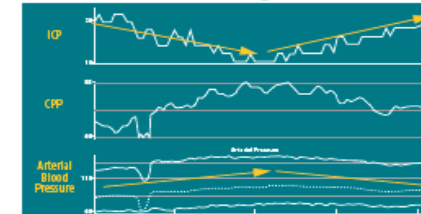
AUTOREGULATION

MAP Challenge

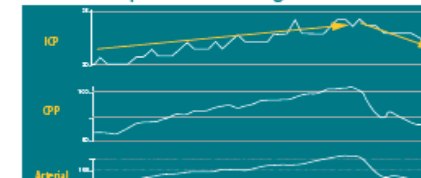
Record baseline parameters at the beginning of the challenge (ICP, MAP, CPP). Initiate or titrate a vasopressor to increase the MAP by 10 mmHg for up to 20 minutes. Observe the interaction between the MAP, ICP, and CPP during the challenge. Record monitor parameters at the end of the challenge. Evaluate the observed responses and recorded values for evidence of static pressure autoregulation status (sPAR). Disrupted sPAR will present as a sustained increase in ICP with MAP elevation. Adjust the target MAP back to baseline (disrupted sPAR) or to the chosen new, elevated target (intact sPAR).



Intact Autoregulation



Impaired Autoregulation



- Re-examine the patient and consider repeat CT to re-evaluate intracranial pathology

- Reconsider surgical options for potentially surgical lesions

- Review that basic physiologic parameters are

Mit mérünk?

- ◆ **ICP, Autoreguláció**
- ◆ Szöveti oxigén tenzió
- ◆ Mikrodializátum (piruvát, laktát, glukóz)
- ◆ Oxigén szaturáció (NIRS)
- ◆ Áramlási sebesség (TCD)

Devices:
IntelliVue MX500
Bedside Monitor



Devices:
Pressio® 2 ICP
monitor
(Sophysa)

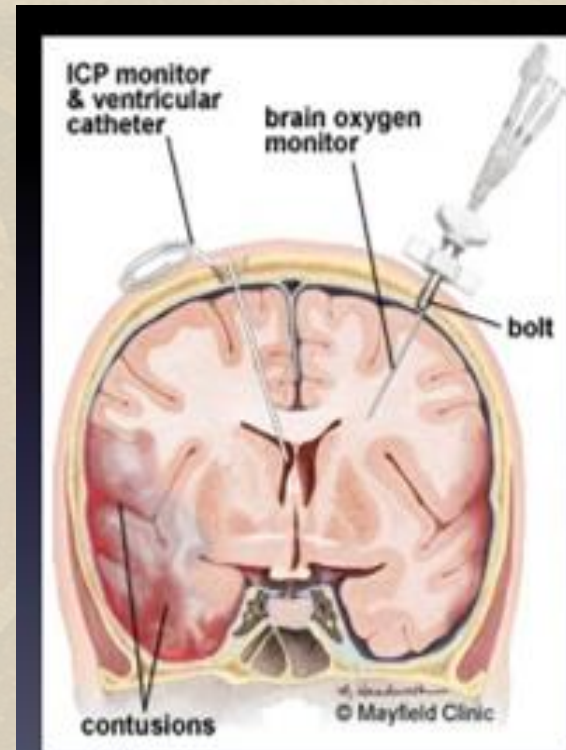


Devices: Licox®
Brain Tissue
Oxygen Monitor



Licox – PbtO₂ monitorozás

- Ischaemiás epizódok korai indikátora
- Nehéz meghatározni a kritikus határértékeket, de:
 - PbtO₂ = 20-30 Hgmm -> normál
 - PbtO₂ < 15-20 Hgmm -> hypoxia veszélye fennáll
 - PbtO₂ < 10 Hgmm -> hypoxia
- Terápiás lehetőségek
 - Emelhető a FiO₂
 - Titrálni kell 20 Hgmm fölé
 - 100% kerülendő
 - Anaemia korrekciója akár Hb: 7-10 g/dl esetén is
 - CPP emelése
 - PCO₂ rendezése



Devices:MD
System LOKE
continuous
microdialysis
monitor



LOKE - mikrodialízis

◆ Glükóz

- Mind a magas, mind az alacsony glükózszintet összefüggésbe hozták a rossz kimenetellel
- $<0,2 \text{ mM}$ -> serum glu szint emelés megfontolandó

◆ Laktát

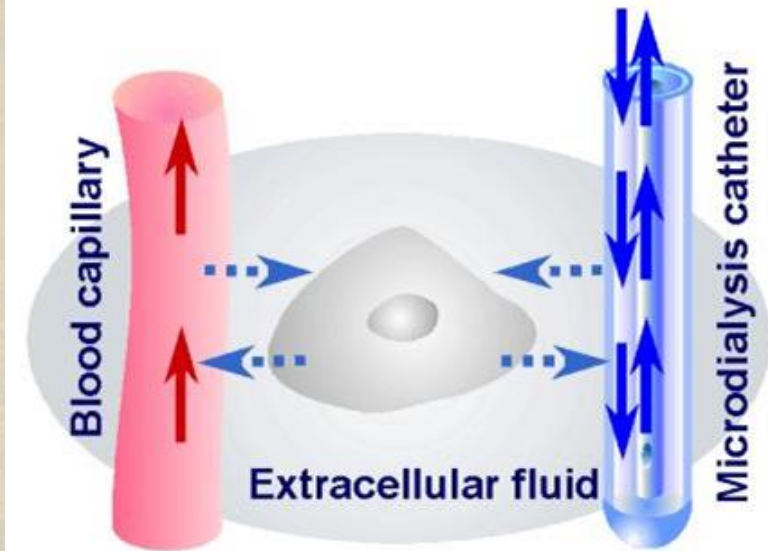
- Fiziológiás: $< 4 \text{ mmol/L}$

◆ Laktát/piruvát hányados

- Magas (>25) -> rossz kimenetel
- Piruvát normál -> mitokondriális diszfunkció
- Piruvát alacsony -> ischaemia

◆ Folyamatos monitorozás

The Principle of Microdialysis



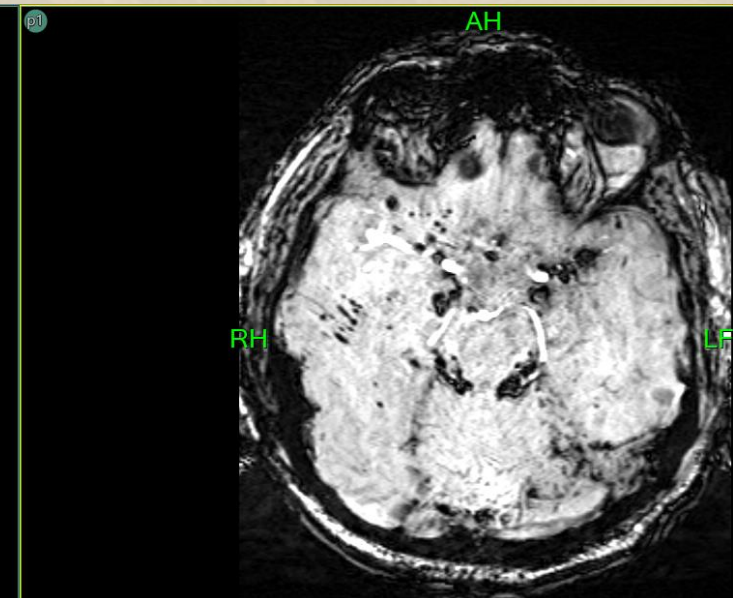
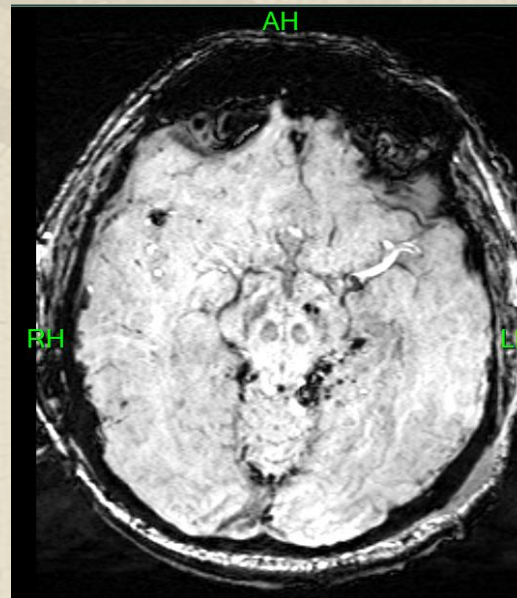
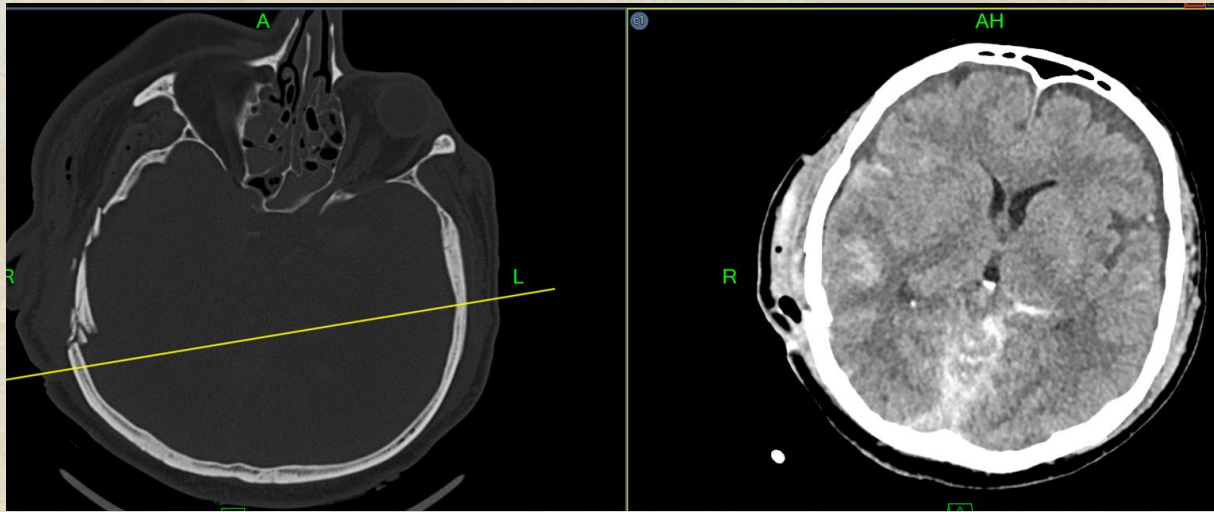
Devices: ICM+



1. Eset

- ◆ 50 éves férfi
- ◆ Munkahelyi traktorbaleset
- ◆ GCS: helyszíni intubáció (felvételkor: 1-T-3). tSAV, contusio, koponya -, mandibula-, orr-, C.I.-IV. processus törések
- ◆ MRI: DAI
- ◆ Control CT – nincs idegsebészeti teendő

Acut CT és későbbi MR (SWI)



Prognózis

◆ PRx: 0,15

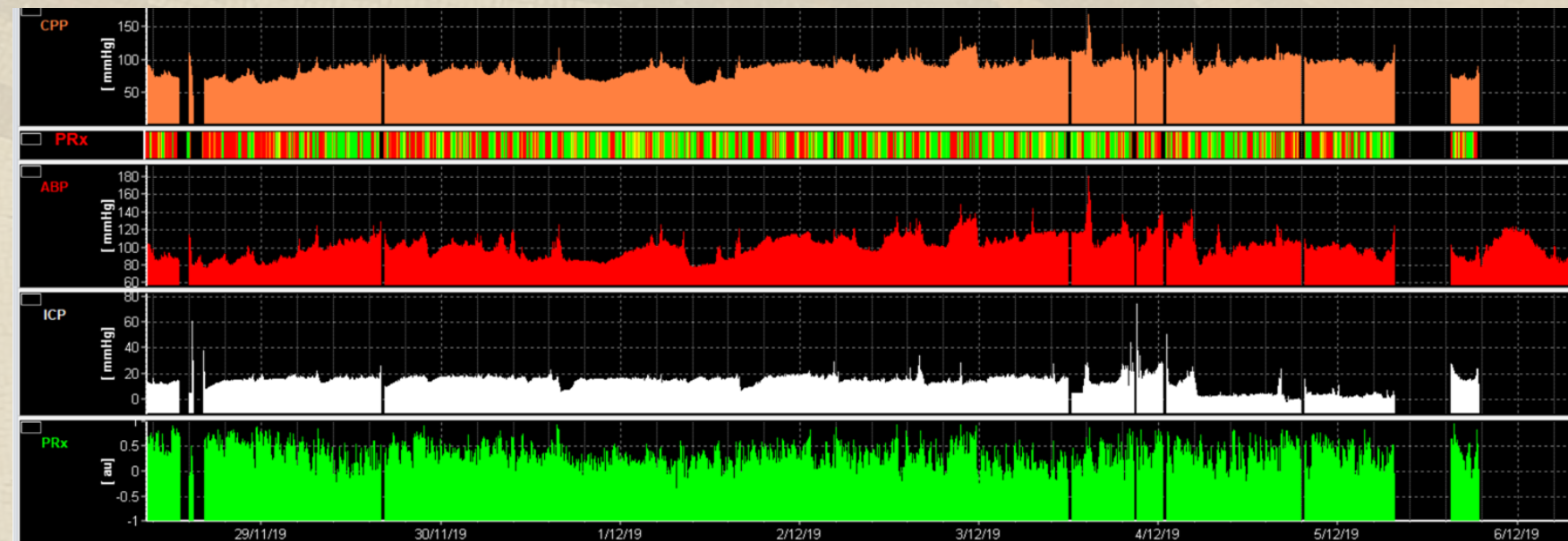
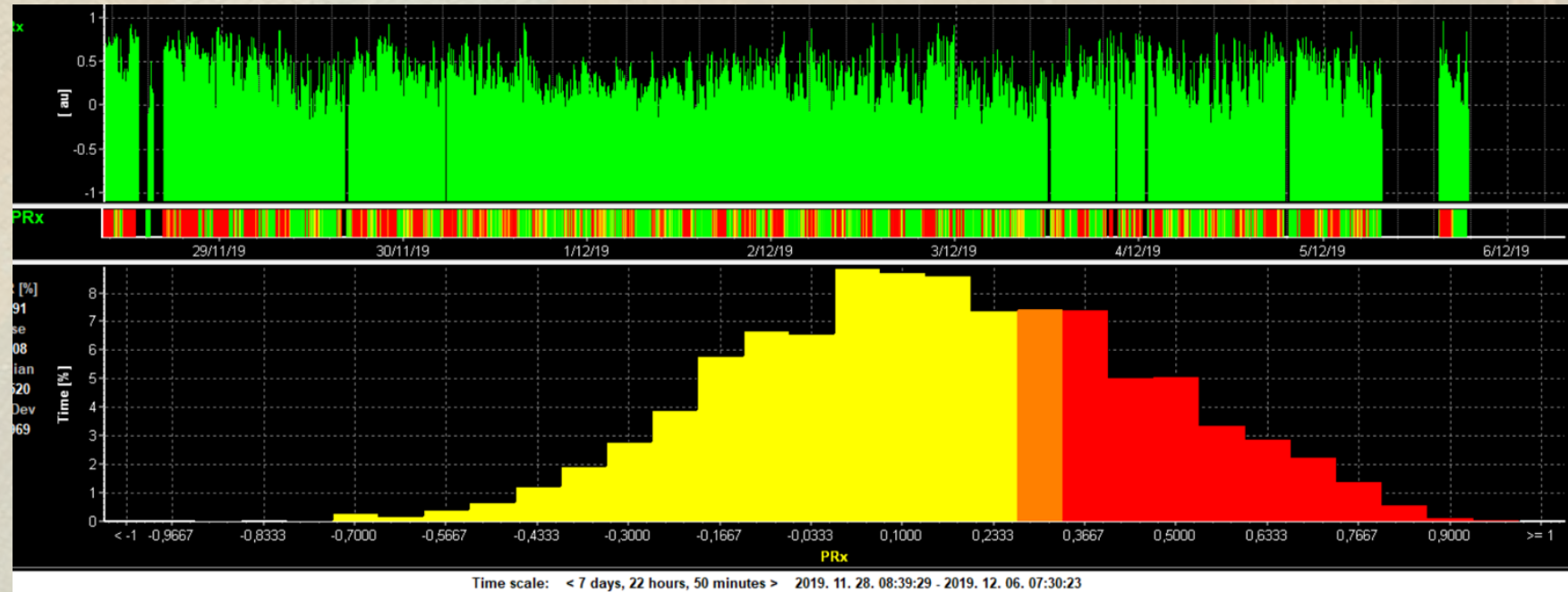
- Kedvező kimenetel cut-off értéke: 0,05
- Mortalitás cut-off értéke: 0,25

◆ ICP normál

tartományban

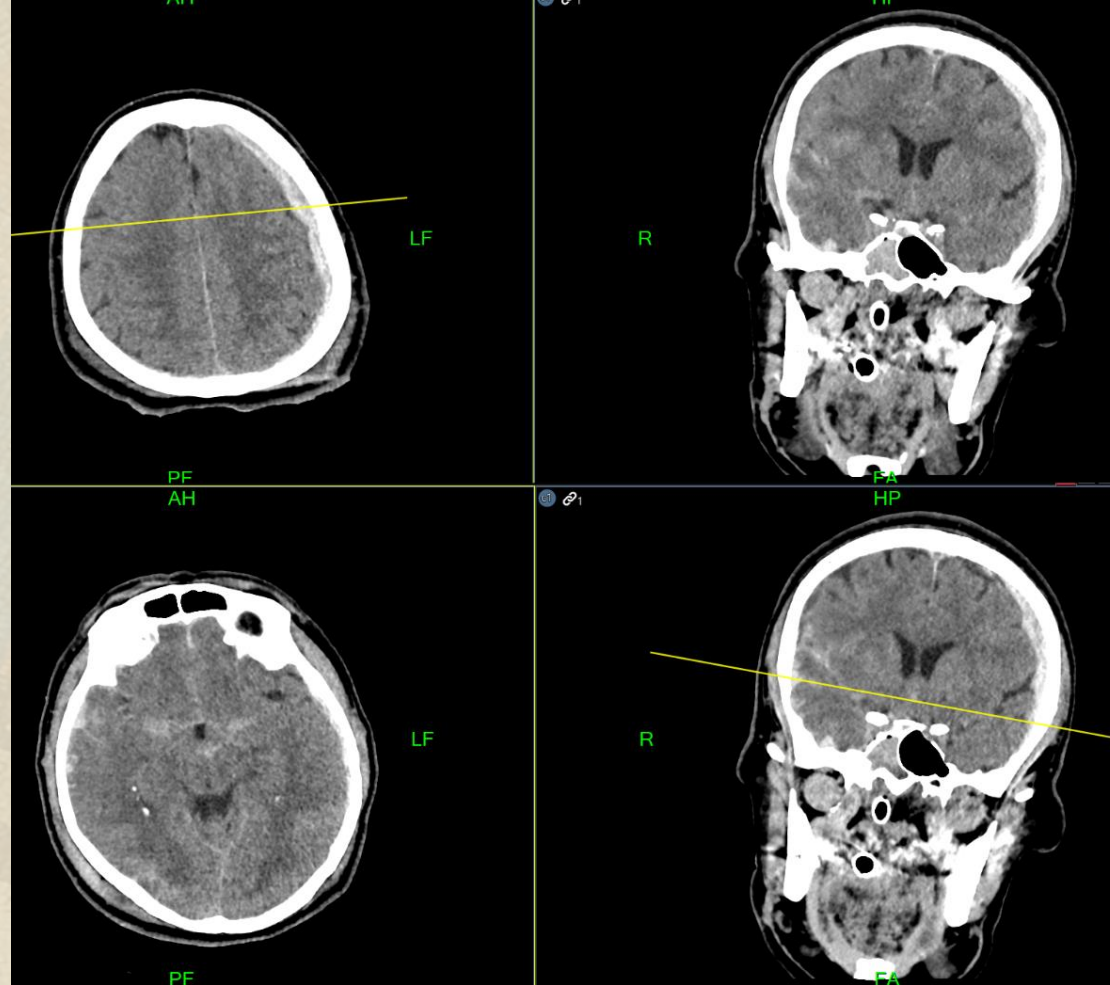
◆ AR károsodott

◆ A sérülést követő 20. nap meghalt



2. Eset

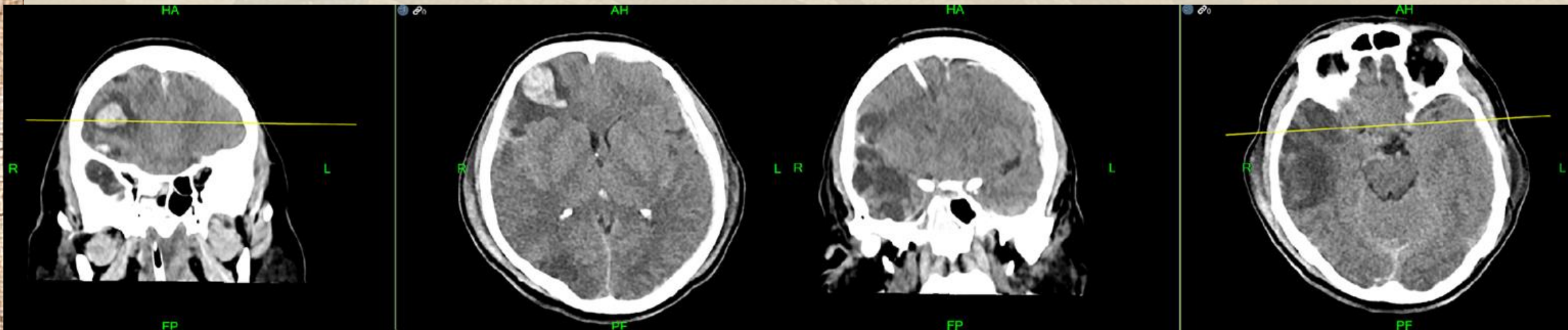
- ◆ 54 éves férfi
- ◆ Zebrán elütötték, helyszínen intubáltak (07:15)
- ◆ HEMS -> ER (9:40) -> NCCU (12:55):
- ◆ CT:
 - Koponya: tSAH, aSDH, contusio, törés
 - Marshall Classification: Diffuse Injury II.
 - Politrauma: lépsérülés, tüdőcontusio, sorozar bordatörés



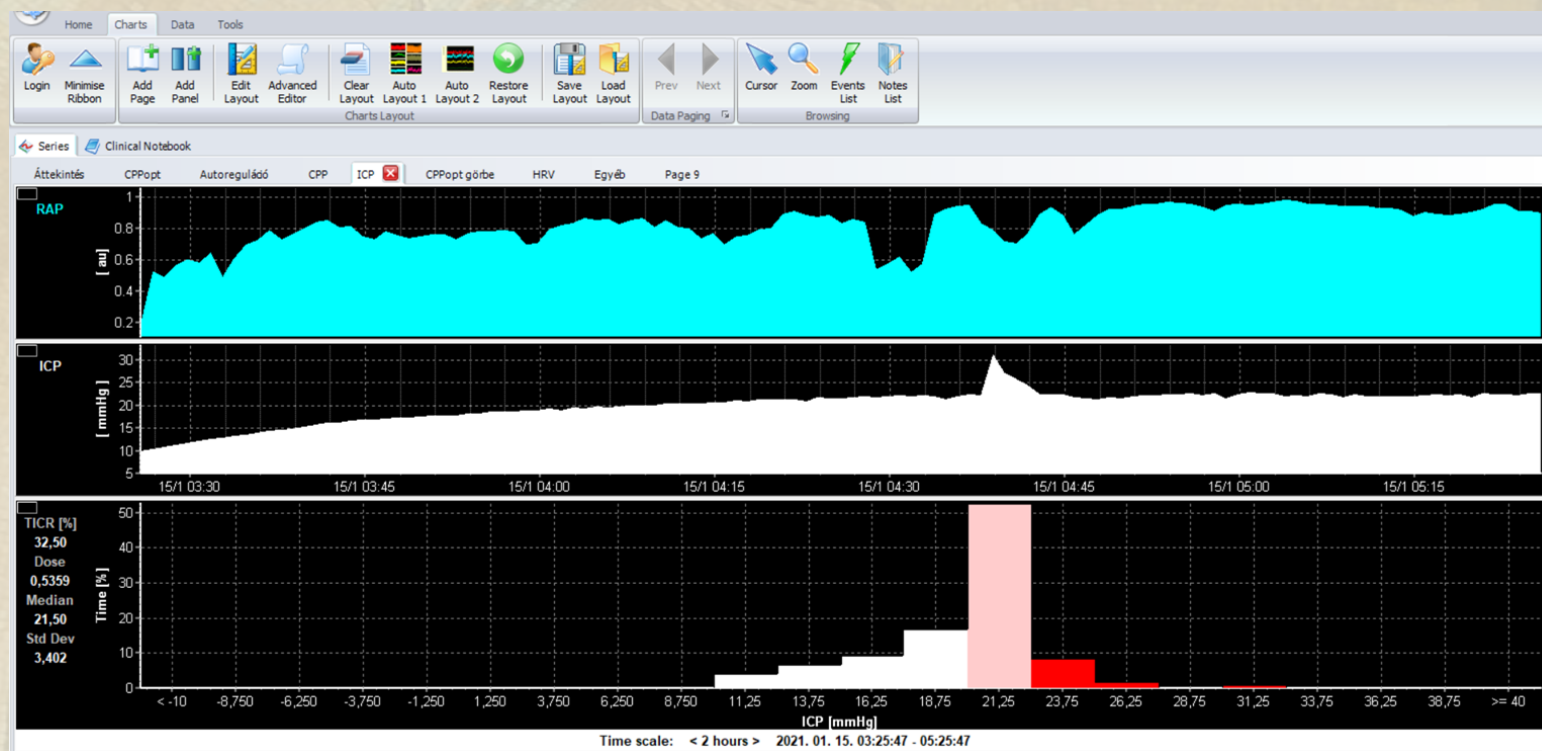
- ◆ 2. naptól szedatívumok leállítva, a beteg nem mutat ébredési jeleket

◆ 3. nap:

- ICP emelkedik, konzervatív terápiára nem reagál
- Kontroll CT
- DC



ICP – Refractory Intracranial Hypertension

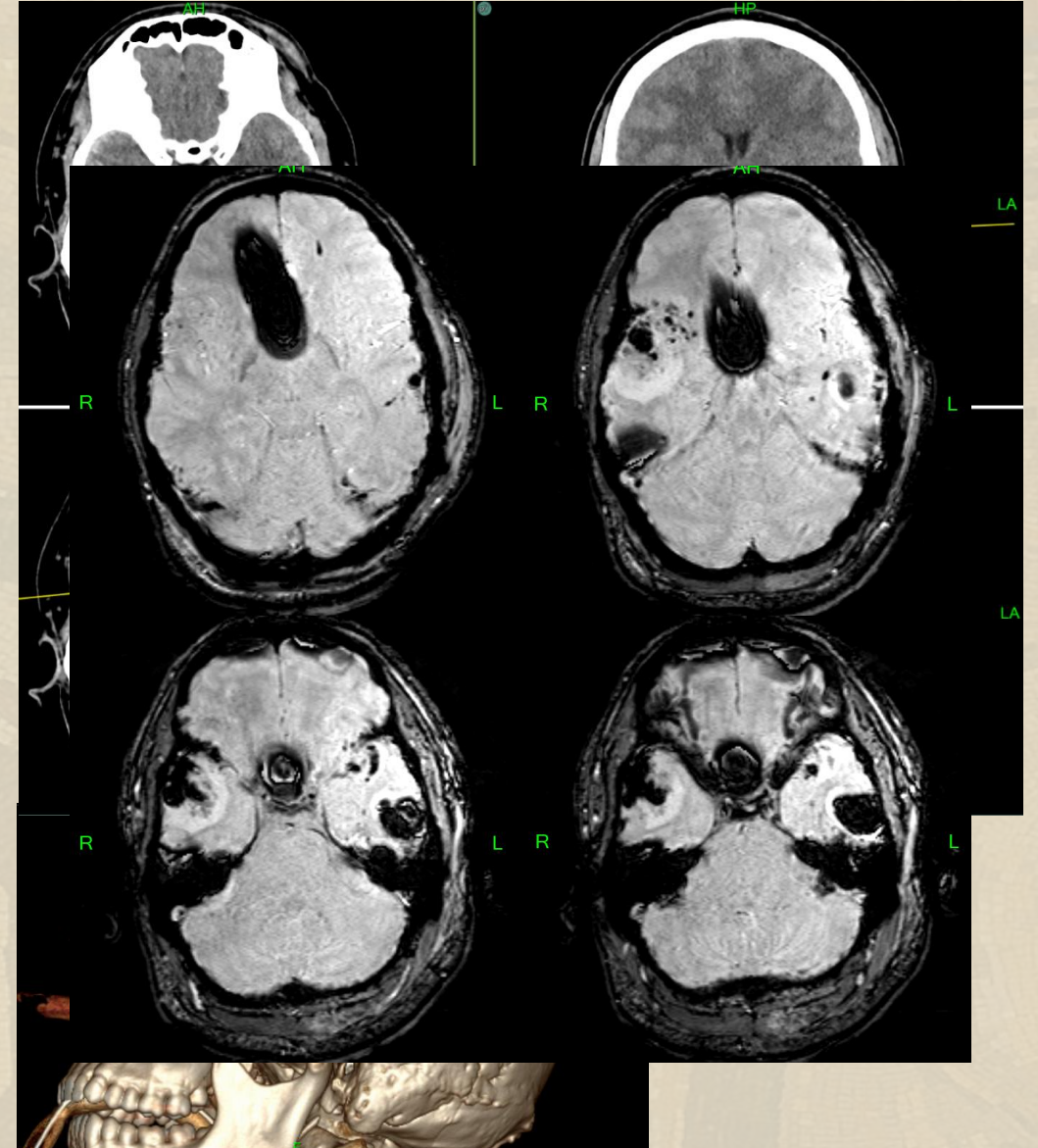


- ◆ A konzervatív terápia nem volt elegendő
- ◆ „ICP elevation to values >20 mm Hg for more than 15 minutes within a 1-hour period”
- ◆ Megjegyzendő, hogy a BTF Guideline szerint a DC ebben az esetben sem abból a célból indikált, hogy a kimenetelt javítsuk, mindössze az ICP és az ITO ápolás hosszának csökkentése a cél

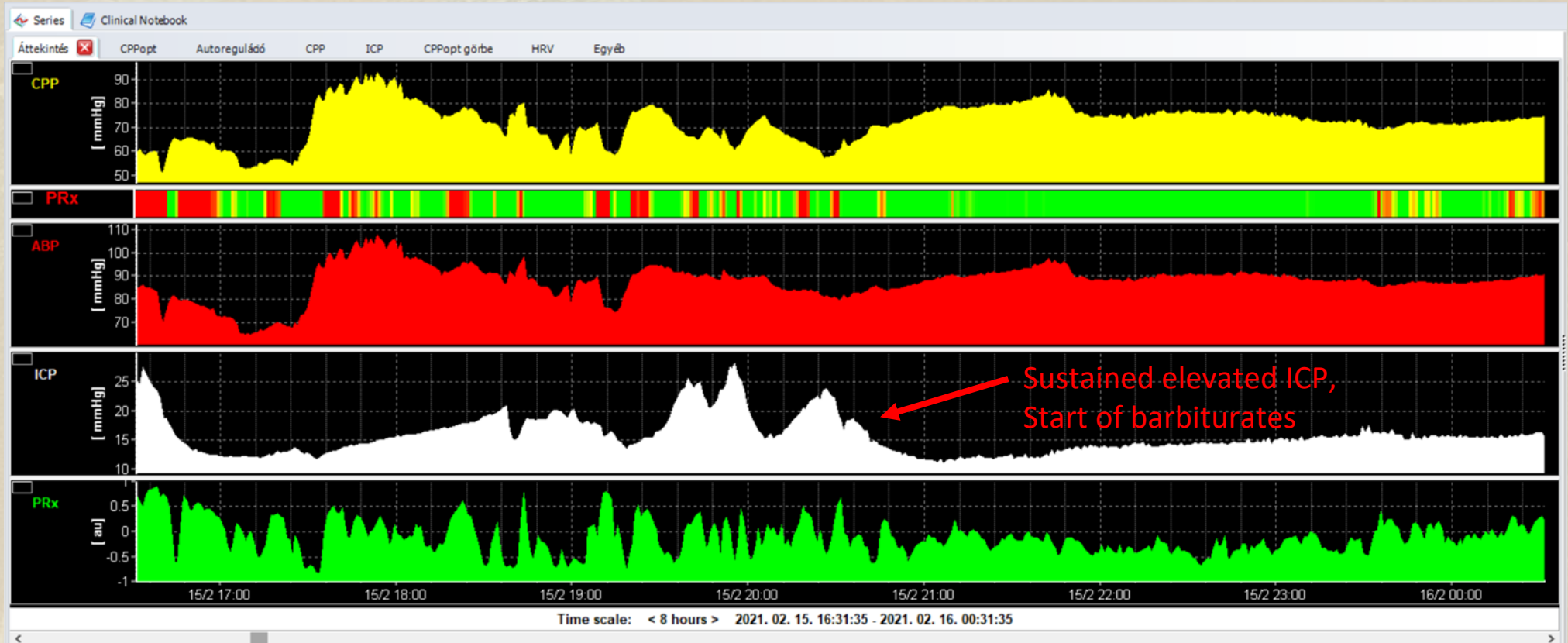
- ◆ 4-20. nap: ébredési jeleket nem mutat
- ◆ 20. nap: spontán szemet nyit, vegetatív állapot
- ◆ 2 hónappal a traumát követően exitált

3. Eset

- ◆ 22 éves férfi
- ◆ Súlyos koponyasérülés -> helyszínen intubálják
- ◆ CT -> diffúz agysérülés
- ◆ Klinikára érkezéskor azonnal nyomásmérő monitor kerül behelyezésre
- ◆ Kezdetben normál nyomás, akut műtétre nincs szükség
- ◆ 3-4. napon a konzervatív terápia ellenére határértéken lévő nyomásértékek miatt felmerül másodlagos decompresszív craniectomia végzésének lehetősége
- ◆ **Kérdés: Szükséges-e nyomáscsökkentés céljából elvégezni a radikális beavatkozást annak minden funkcionális, anyagi, esztétikai következményével?**



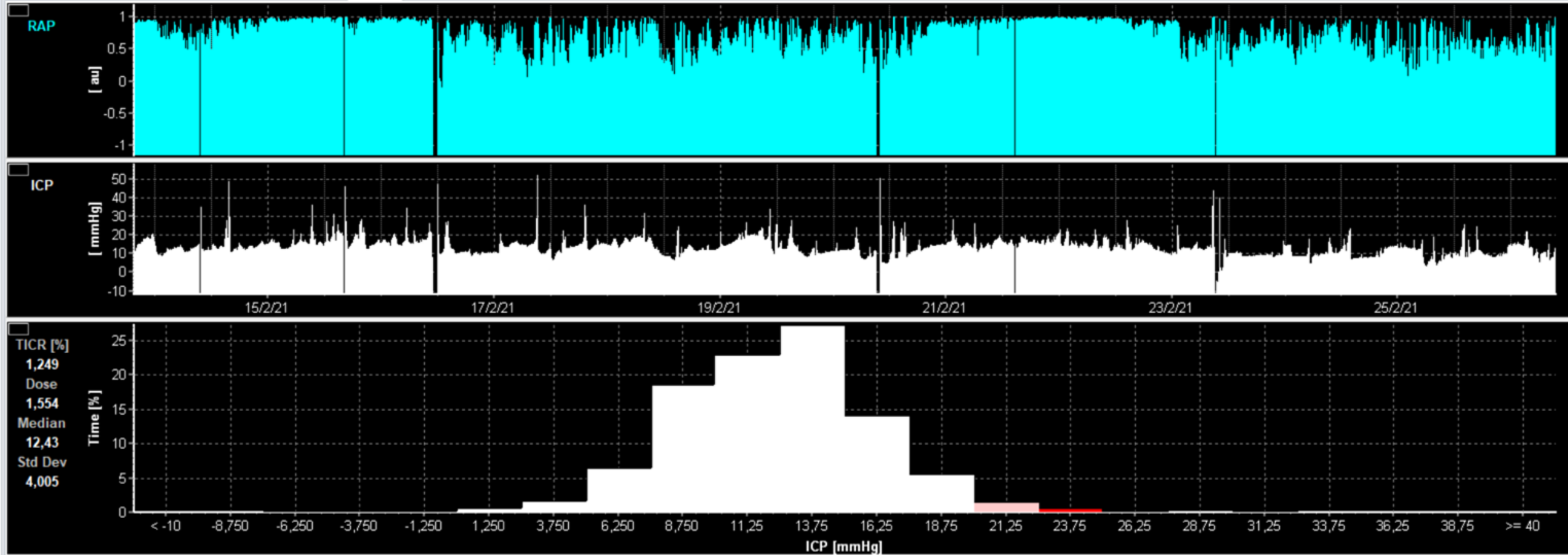
Az első napok agyi nyomásértékei



- Látható, hogy a nyomásértékek csak rövid időintervallumokra haladják meg a 20 Hgmm-t.
- Az ajánlások alapján, amennyiben óránként 15 percig nem haladja meg a nyomás ezt az értéket, úgy műtét elvégzése nyomáscsökkentés céljából kontraindikált.
- A monitorról a lázlapra óránként 1 db értéket leírva, könnyen eshetünk abba a hibába, hogy tévesen magasnak értékeljük az ICP-t.
- Barbiturát indul

- ◆ 10. nap: propofol (felületes szedáció)
- ◆ 11. nap: ébresztési kísérlet, EVD csere
Toxikológia: emelkedett BDZ szint
- ◆ 12-13. nap: spontán szemnyitás, utasítást nem teljesít,
- ◆ 14. nap: bólintással válaszol, utasítást teljesít, **EVD ex**
- ◆ 16. nap: helyi ITO, majd rehabilitáció
- ◆ **3 hónappal később újra munkába állt**

ICP



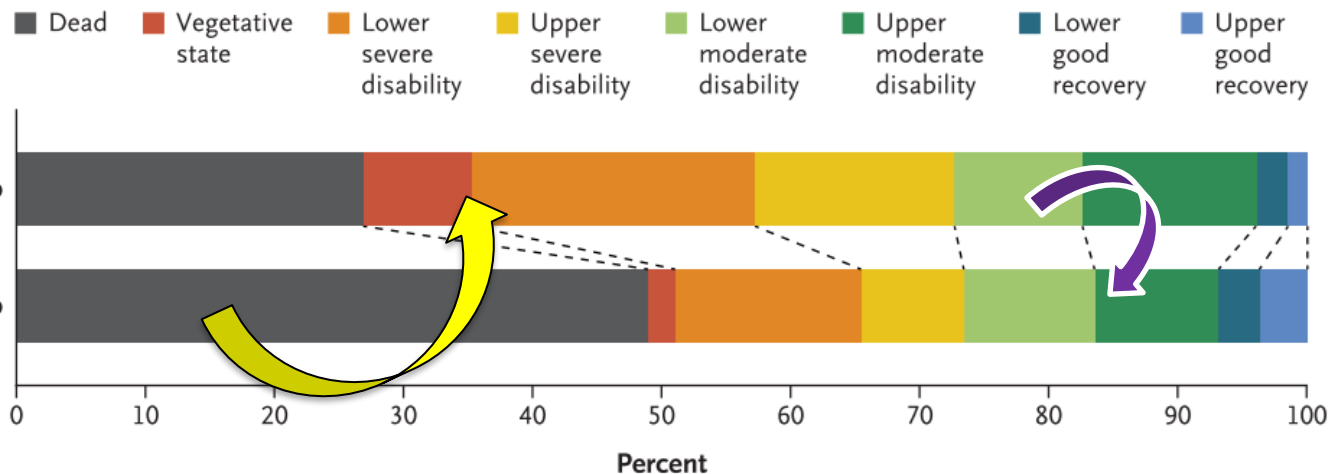
Time scale: < 12 days, 14 hours, 1 minutes > 2021. 02. 13. 19:31:54 - 2021. 02. 26. 09:33:08

Autoreguláció (PRx)

- 0.05 alatti értékek jó kimenetelre utalnak.
- Ebben az esetben határérték alatt volt (0.047)

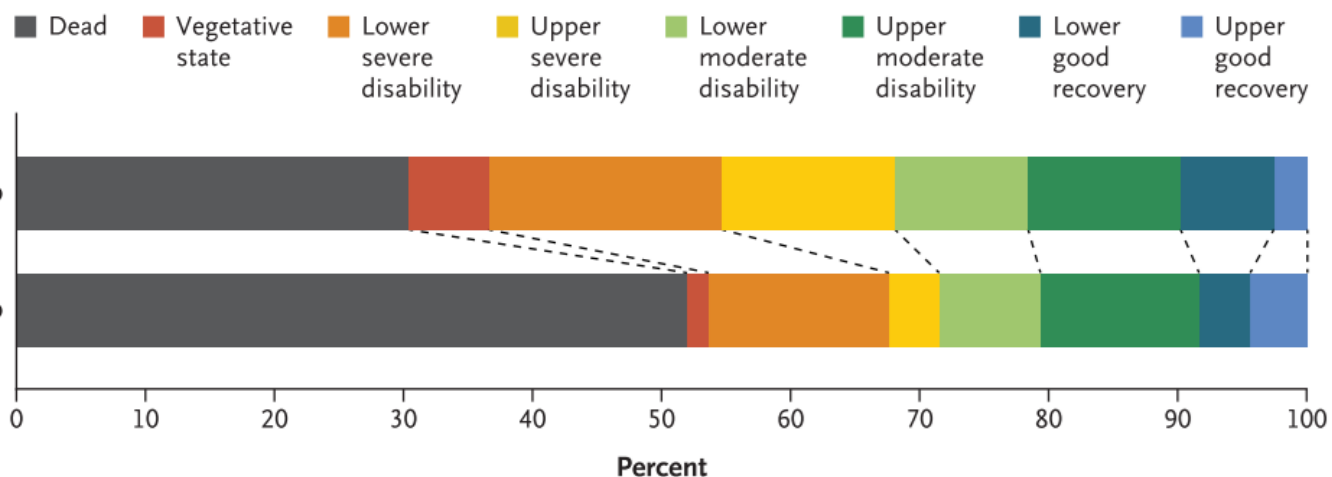


A GOS-E Results at 6 Mo (primary end point)



2. eset: a DC-val a mortalitási rizikót próbáltuk csökkenteni

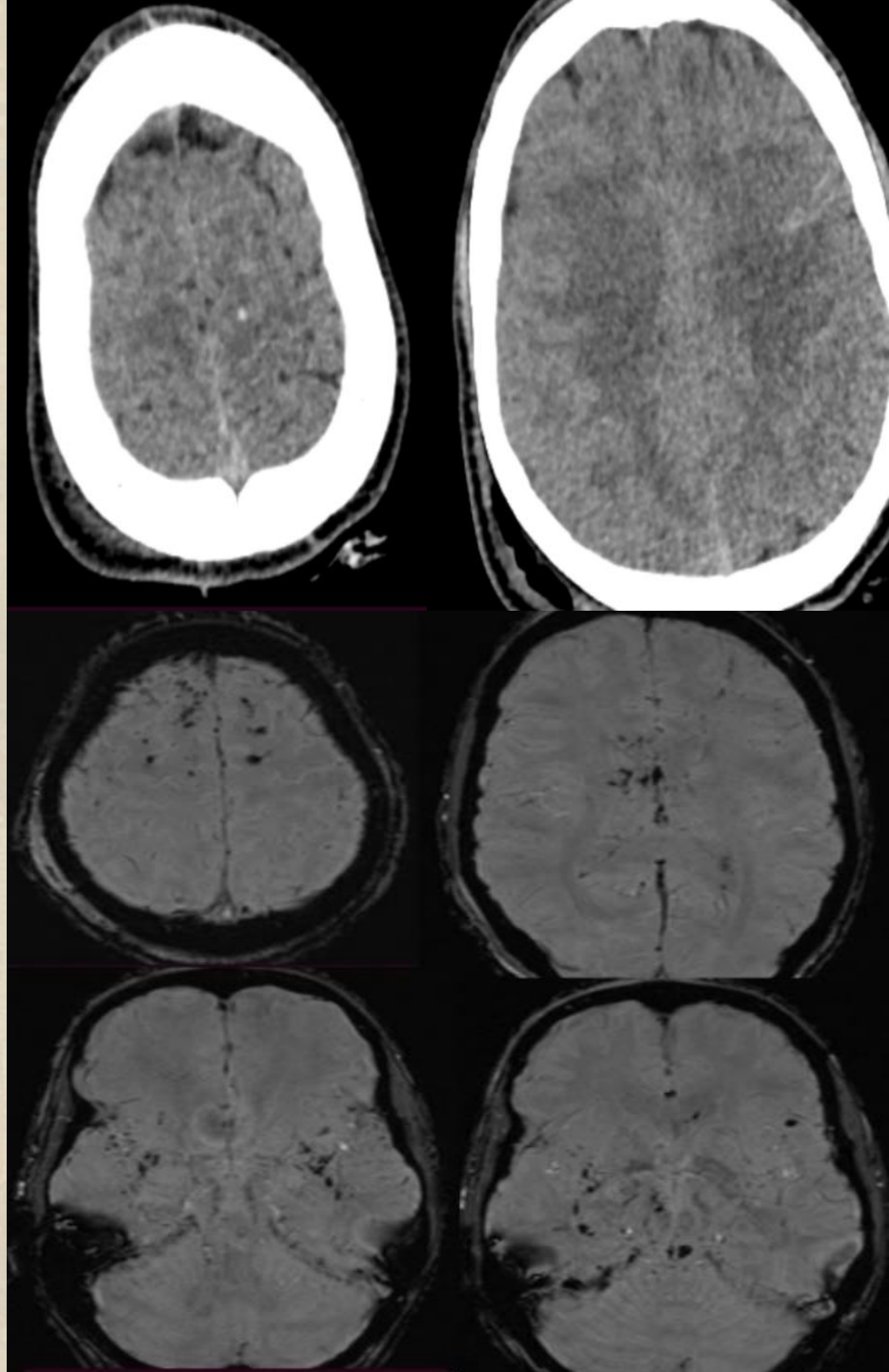
B GOS-E Results at 12 Mo (secondary end point)



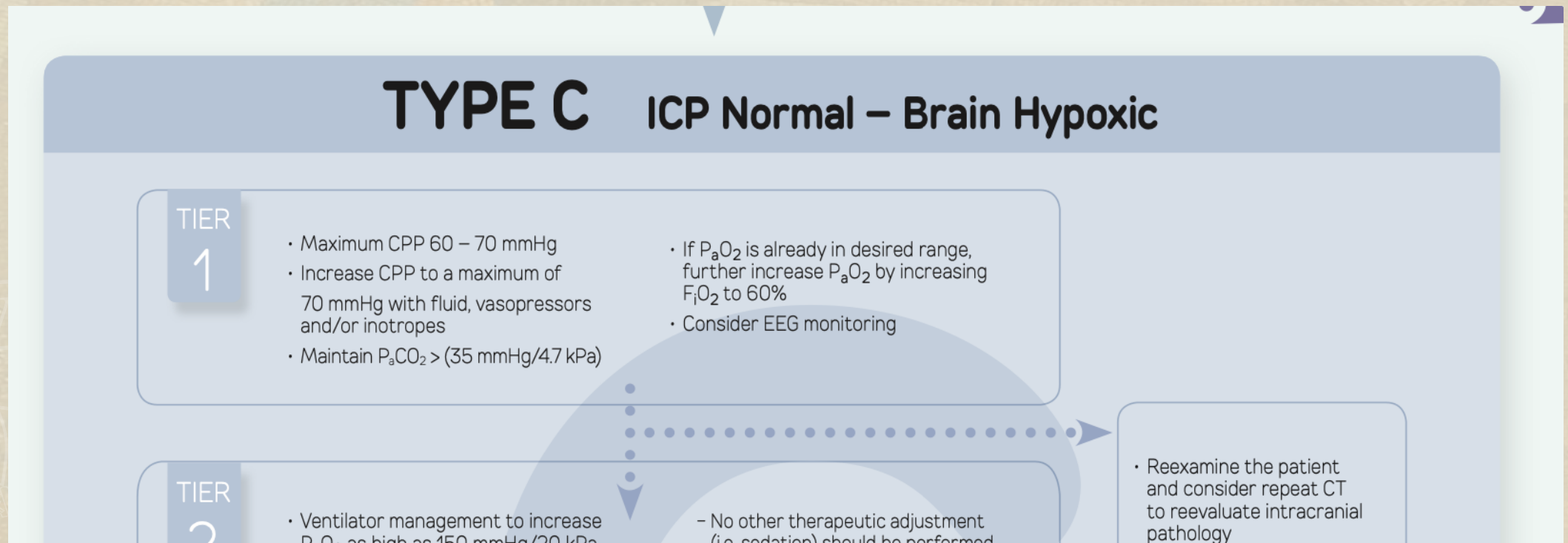
3. eset: a DC kontraindikálásával nem csökkent a jó kimenetel rizikója, de elkerültünk egy sebészi beavatkozást és annak minden lehetséges szövődményét, funkcionális, esztétikai, finansiális következményét

4. Eset

- ◆ 21 éves férfi
- ◆ Autóbaleset, kirepült az autóból -> Súlyos koponyasérülés -> helyszíni intubáció
- ◆ CT -> tSAV
- ◆ Klinikára érkezéskor azonnal nyomásmérő monitor kerül behelyezésre
- ◆ Kezdetben normál nyomás, akut műtétre nincs szükség,
- ◆ Kezdetben nem ébred -> MRI -> DAI

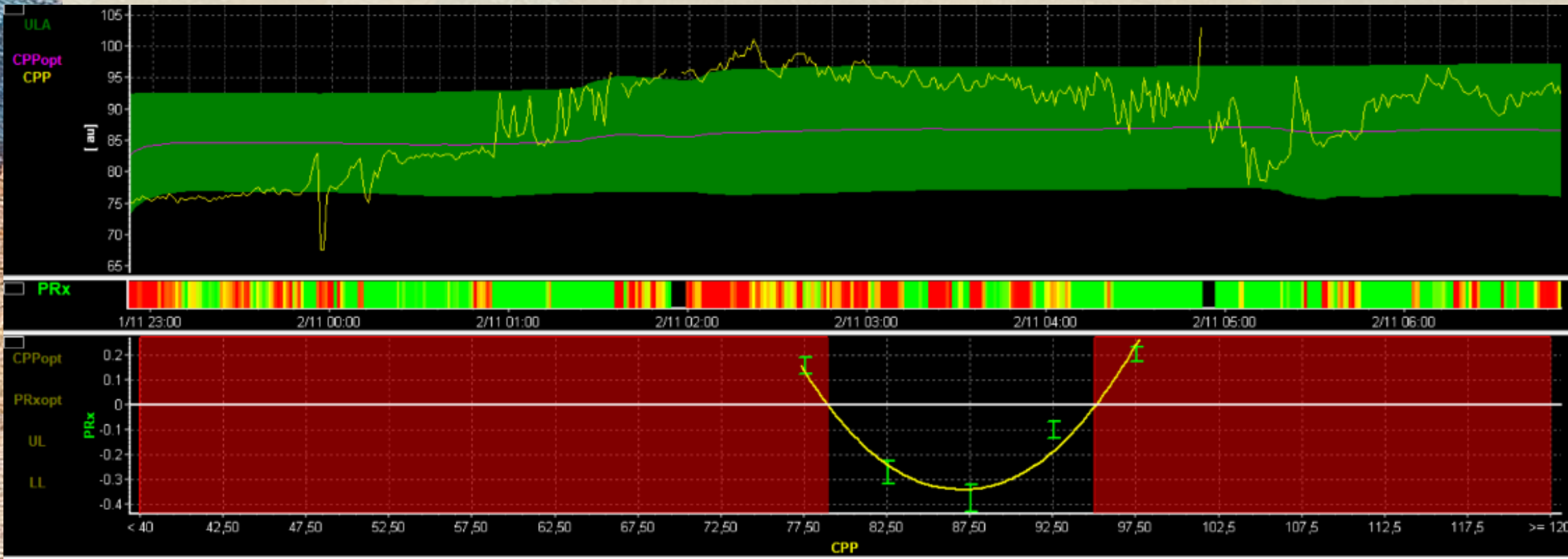


- ◆ 2. nap: Licox alapján alacsony oxigenizáció
- ◆ ICP nem emelkedett
- ◆ SIBICC alapján Tier 1 intervenció. De melyik?

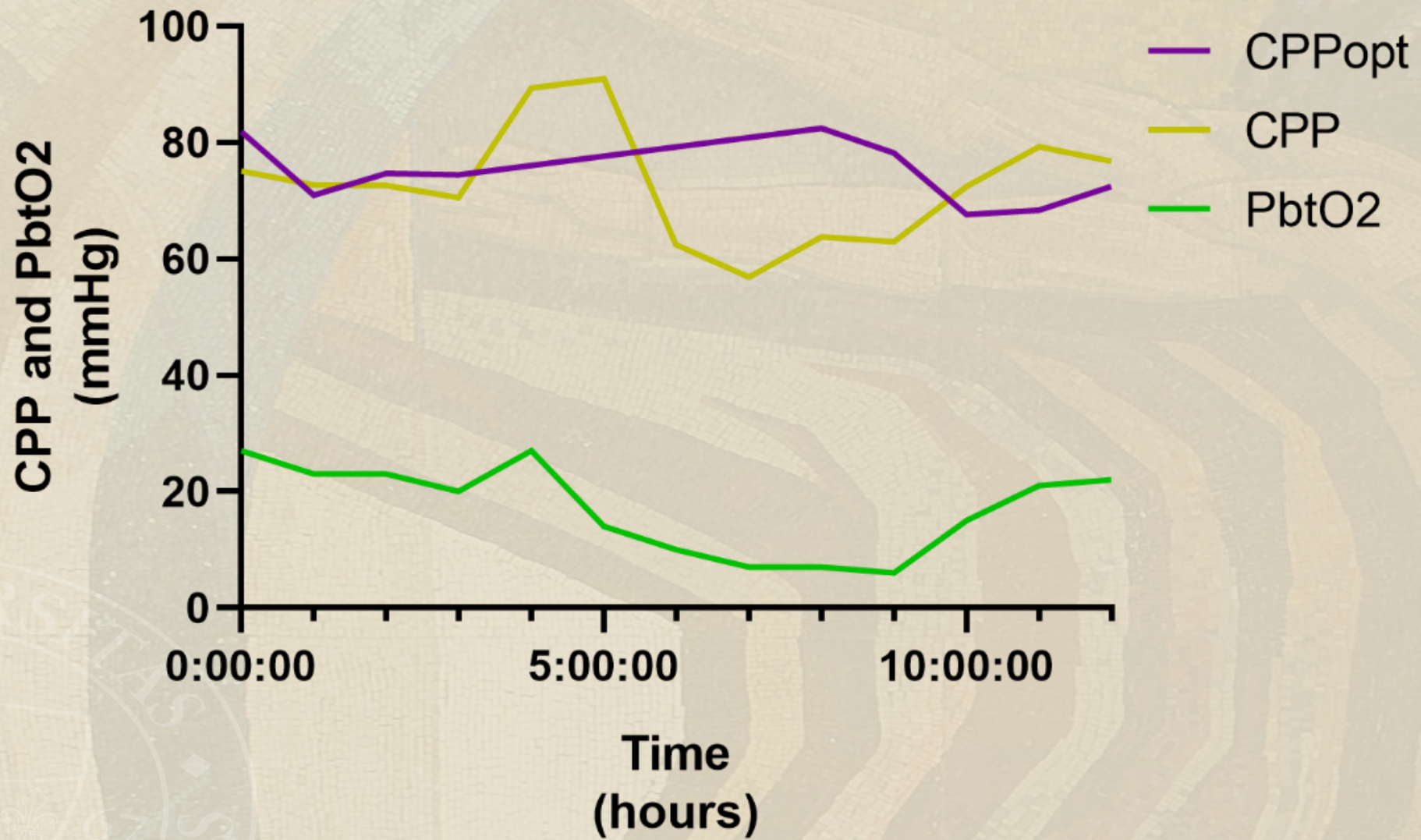


CPPopt

- ◆ A PRx egyik előnye az lehet, hogy lehetőséget ad az optimális perfúziós nyomás kiszámítására
- ◆ A PRx-et az y -tengelyen, és a cerebrális perfúziós nyomást az x -tengelyen ábrázolva U alakú görbét kapunk
- ◆ A görbe minimuma elméleti szinten a legkedvezőbb autoregulációs állapotot, és a beteg számára legkedvezőbb CPP-t adja meg.
- ◆ Ennek az elméletnek az igazolására további vizsgálatokra van szükség, hiszen lehetőséget adhat a TBI-t szenvedett betegek hatékonyabb kezelésére. A kezelés megvalósíthatóságát elemző klinikai kísérlet jelenleg is folyik COGiTATE néven (<http://cppopt.org/>).



Time scale: < 8 hours > 2019. 11. 01. 22:52:21 - 2019. 11. 02. 06:52:21



- ◆ 6. nap: szedáció leállítása
- ◆ Lassú javulás a beteg állapotában
- ◆ 10. nap: utastást teljesít
- ◆ 3. hét: Rehabilitáció
- ◆ 3. hónap: Otthonában enyhe hemiparesis, kognitív deficit nélkül
- ◆ GOSE = 6

Összefoglalás

◆ Pozitívumok

- Prognózisbecslés
- Individualizált terápia alapja
- Terápia hatékonyságának növelése

◆ Nehézségek

- Drága
- Kidolgozott protokollok hiánya
- Humán erőforrás

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

