



Theo dõi và tối ưu sinh lý não sau mổ

TIẾP CẬN TOÀN DIỆN TRONG CHẤN THƯƠNG SỌ NÃO

NGUYỄN LONG PHÚC



Outline

Giới thiệu

Tối ưu sinh lý não dựa trên theo dõi đa mô thức

Các vấn đề hay gặp sau phẫu thuật

Kết luận



Tiếp cận hiện đại TBI

- Initial mechanical trauma (primary injury) → delayed pathological processes (secondary injury)
- Mục tiêu cốt lõi: **Ngăn ngừa tổn thương não thứ phát**
- Sự thay đổi mô hình: Dịch chuyển từ hồi sức theo đích cố định (One-size-fits-all) sang hồi sức cá thể hóa (**Precision medicine**).

The Lancet Neurology, 16(12), 987-1048.

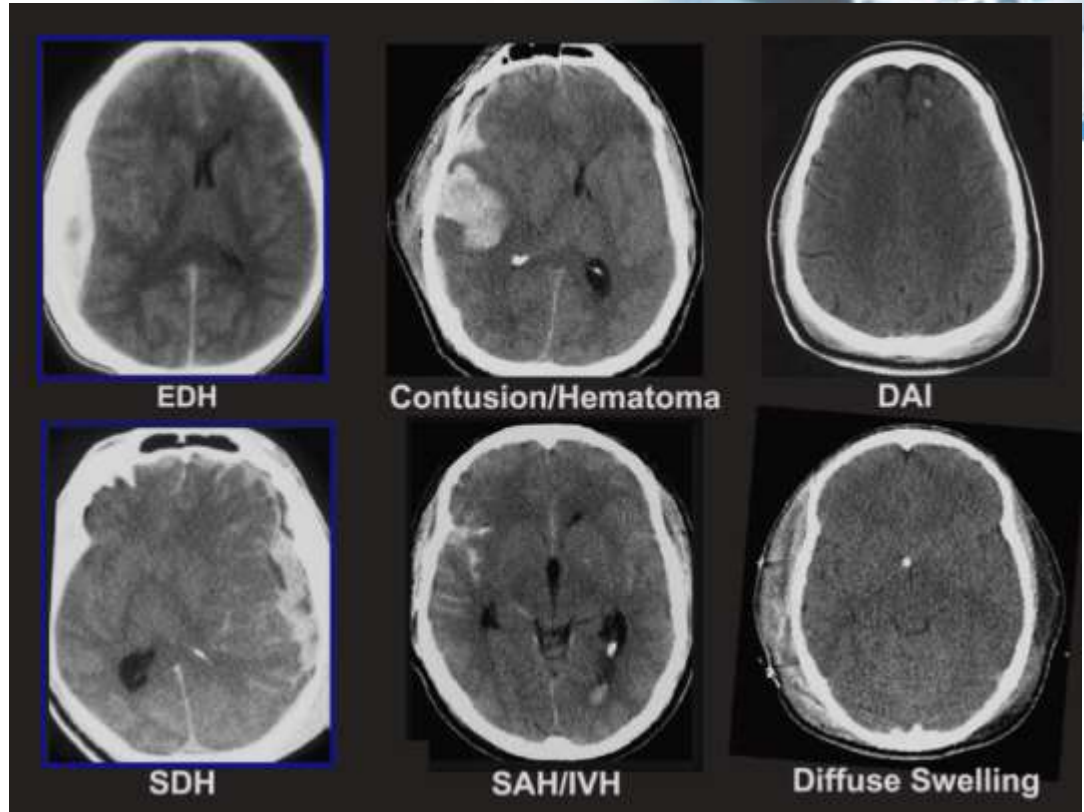
Bruns (2003). *Epilepsia* 44, 2–10.

Dewan, M. C. (2018). *J Neurosurg* 130, 1039–1408.



Primary brain injuries

- Occur instantly from mechanical forces → **focal** and **diffuse** injuries
- Focal: lacerations, contusions, epidural, subdural, intracerebral hemorrhage
- Diffuse: **DAI** = acceleration/deceleration forces causing widespread axonal shearing and stretching





Primary Injuries

- Biomechanical damage
- Injury to neuro-axonal structures
- Mechanical stress/deformation
- Stretching, compressing, and tearing of cells

Time: microseconds → seconds

Secondary Injuries

- Excitotoxicity
- Calcium overload
- Impaired glucose metabolism
- Oxidative stress
- Mitochondrial dysfunction
- Inflammation

Time: minutes → weeks

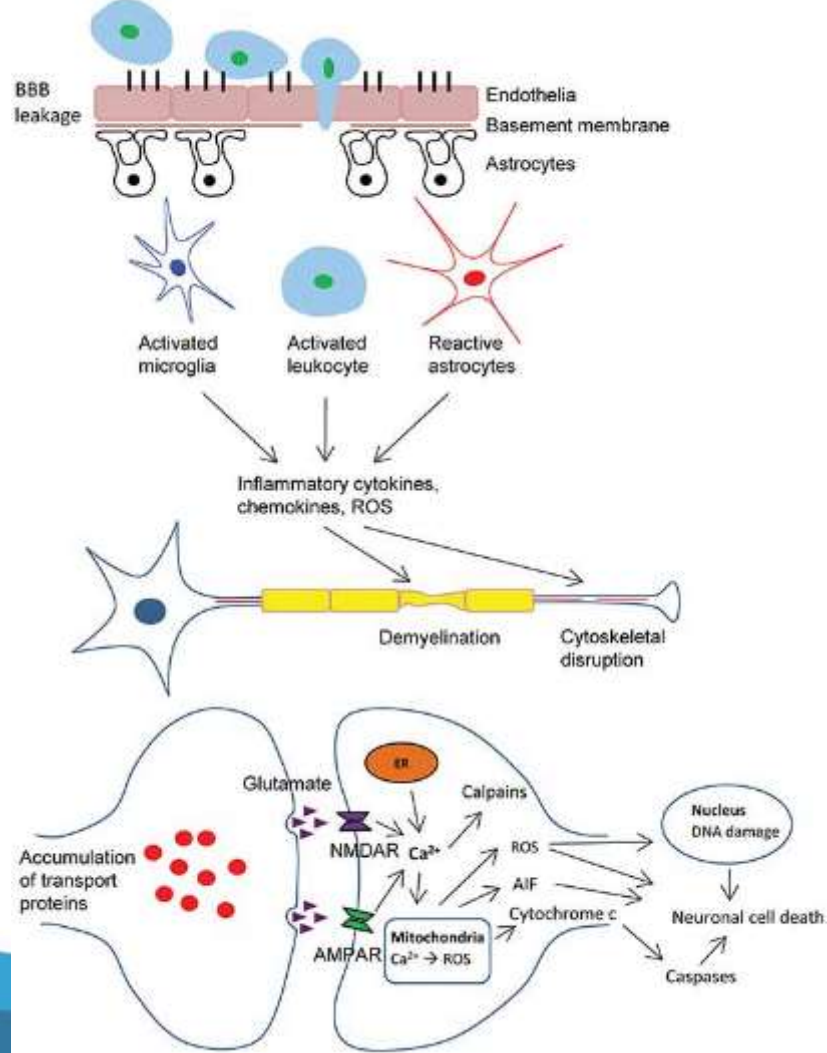
Neuropathologies

- Neurodegeneration
- Cognitive dysfunction
- Neuropsychiatric comorbidities

Time: weeks → years

Post Traumatic Energy Crisis







Prevention secondary injury

- “Surgery stops primary injury, not secondary injury”
- secondary worsen the outcome
- Post-op goals: optimize cerebral physiology is important for recovery



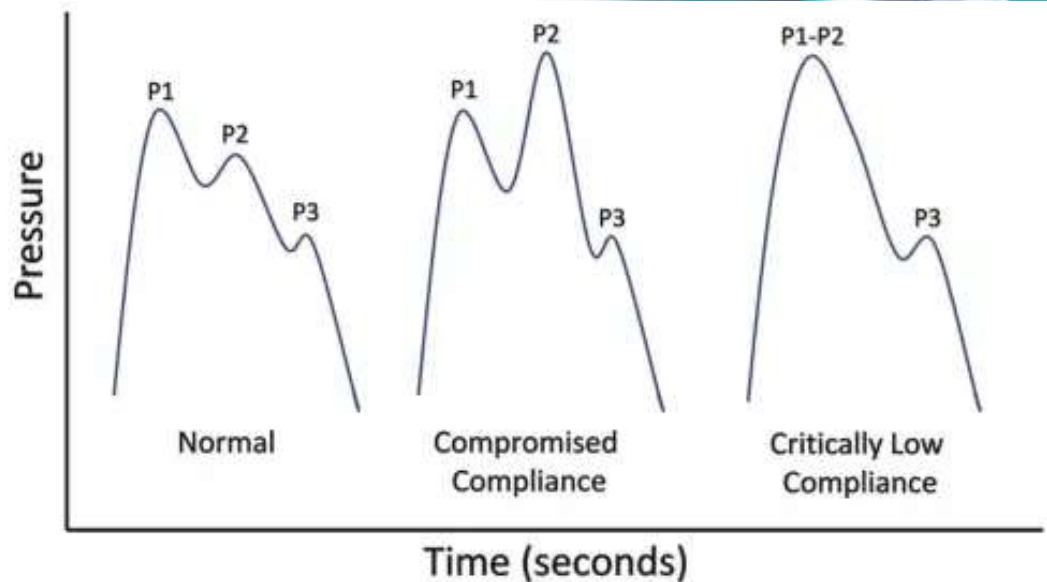
Tối ưu sinh lý não dựa trên theo dõi đa mô
thức ICP, CPP, PRx, PbtO₂, CMD





Theo dõi và tối ưu sinh lý não dựa vào ICP

WAVEFORM ANALYSIS OF ICP



Intracranial pressure waveforms associated with individual heartbeats. Normal waveform shows P1 exceeds P2, which exceeds P3. With compromised intracranial compliance P2 exceeds P1. With critically low compliance, P1 and P2 merge.

Liotta EM PMID 34618757



- **P1 = Percussion wave:** arterial pulsations at the beginning of systole.
- **P2 = Tidal wave:** Reflects the compliance of the ventricles, responding to increased pressure of the percussion wave.
 - Usually P2 is ~80% as tall as P1.
 - If $P2 > P1$ this suggests poor compliance, due to elevated ICP.
- **P3 = Dicrotic wave:** Reflects aortic valve closure at the end of systole.
- "mean" IBP can not reflect compliance!



Brain compliance

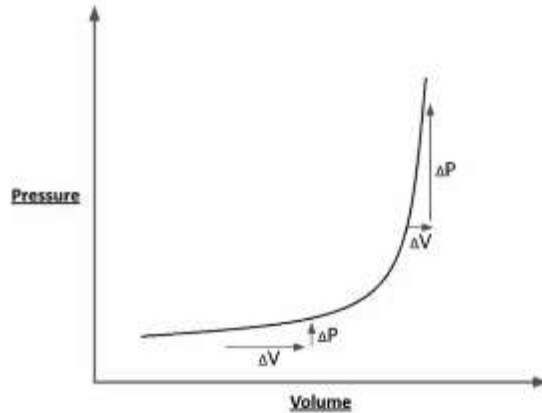
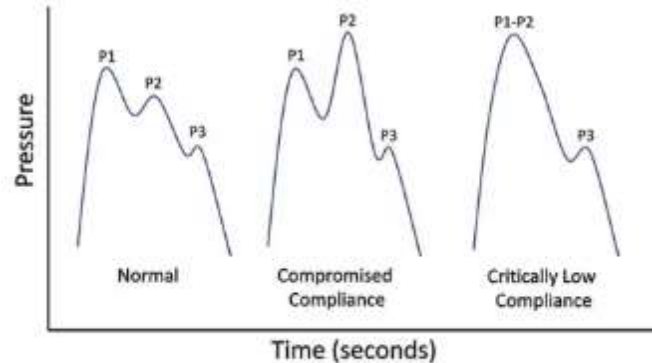


Fig. 1. Cerebral compliance—pressure versus volume curve. In a compliant brain, relatively larger changes in volume cause a small increase in ICP. As the various compartments of the brain become full (mass lesion, edema or hemorrhage in the brain parenchyma, venous congestion from cerebral sinus thrombosis, and hydrocephalus), however, even with the slightest change in volume, there may be a large change in pressure. If untreated, this may lead to intracranial hypertension and herniation. ΔV = Change in Volume, ΔP = Change in Pressure.

Tobaccoyan A et al. PMID: 33960221



Intracranial pressure waveforms associated with individual heartbeats. Normal waveform shows P1 exceeds P2, which exceeds P3. With compromised intracranial compliance P2 exceeds P1. With critically low compliance, P1 and P2 merge.

Liotta EM PMID 34618757





TREND GRAPH ZERO ALL ALARM HISTORY MONITOR 5 ADULT
G12 NINH

30-05-2026
07 20

82 [bpm]

140
80

PACING



0.07 [mV] VPC

ADULT

0 [mmHg]

MAP (---) --- MANUAL OFF

157/60
(90) [mmHg]

[mmHg]



87 [mmHg] ICP

3 [mmHg]



80 [min] SpO2

99 [min]



IMP-RR [min]

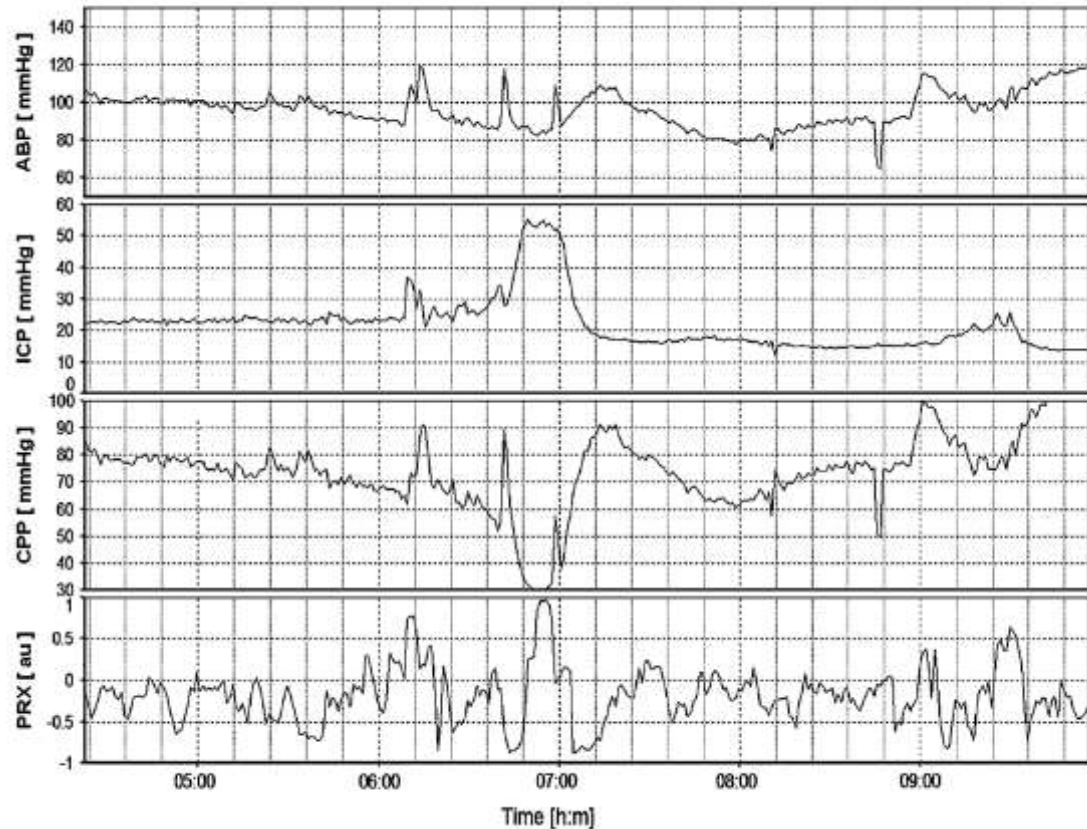
[min]





Pathological A waves (plateau waves)

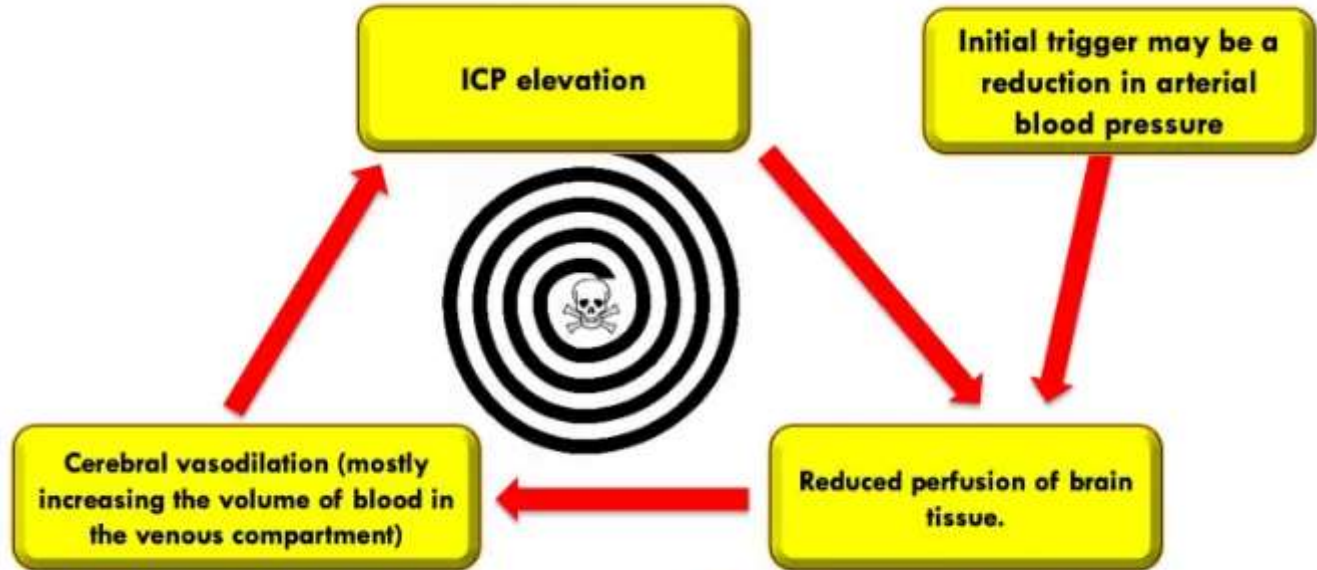
Fig. 1 Example of recording of arterial pressure (ABP), intracranial pressure (ICP), cerebral perfusion pressure (CPP), and pressure reactivity index (PRx) in a patient after head injury. Plateau wave of intracranial pressure is clearly visible reaching sustained hypertension of over 50 mmHg; ABP remains relatively stable throughout whereas CPP drops. Note low PRx values (good autoregulation) immediately preceding the wave and then its increase to maximum value of 1 (totally exhausted autoregulation) during the wave





transient (5-30 mins),
periodic severe
elevations in ICP (50-
100 mmHg)

Physiology of plateau waves





Camino®

Main

Trend

Alarm

Settings

Synchronize to Monitor

Extract Data

ICP Scale

Time Scale



ICP

18

$\Delta/20$ mmHg

Temperature

°C

05:13 29 December 2024





New concept: ICP "dose"

[Home](#) > [Intensive Care Medicine](#) > [Article](#)

Visualizing the pressure and time burden of intracranial hypertension in adult and paediatric traumatic brain injury

Original | Published: 18 April 2015

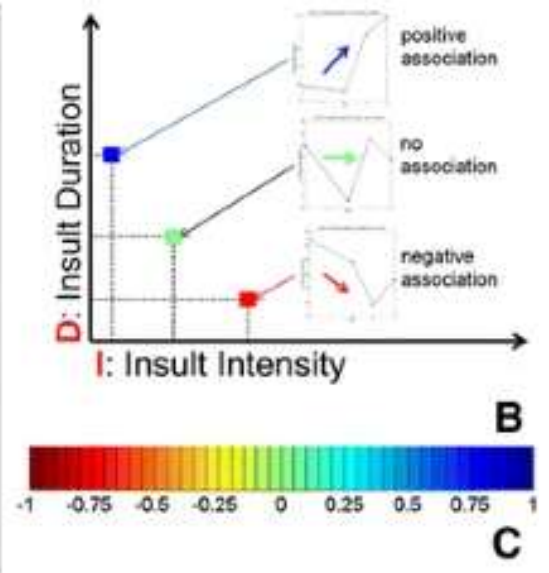
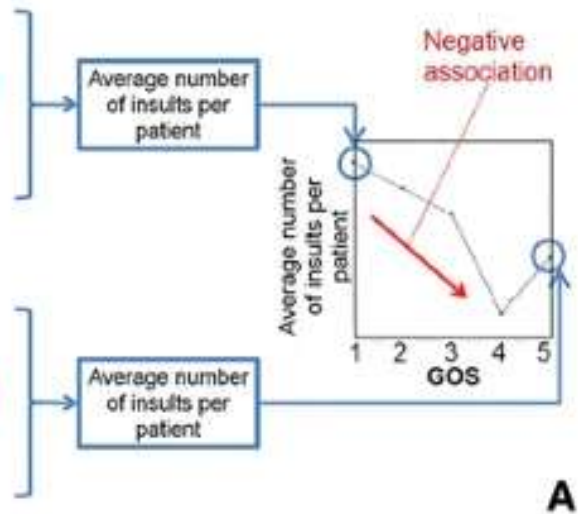
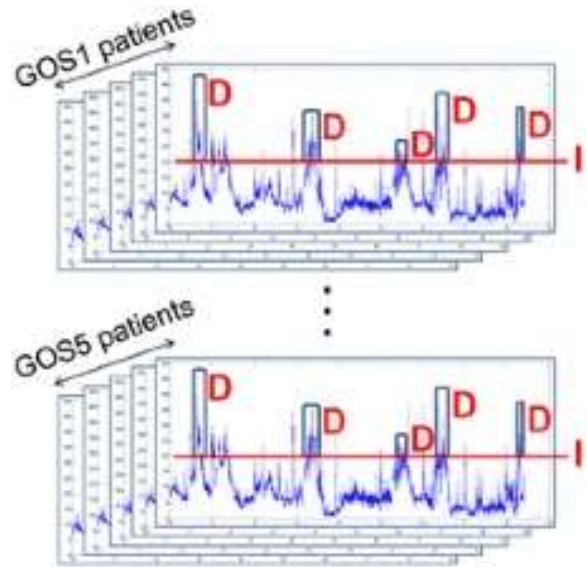
Volume 41, pages 1067–1076, (2015) [Cite this article](#)

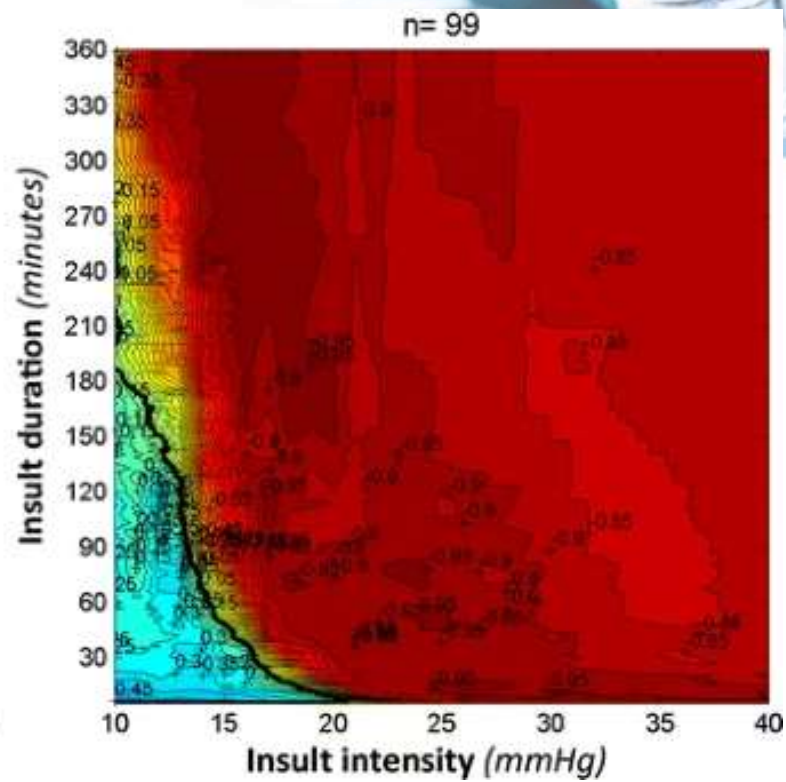
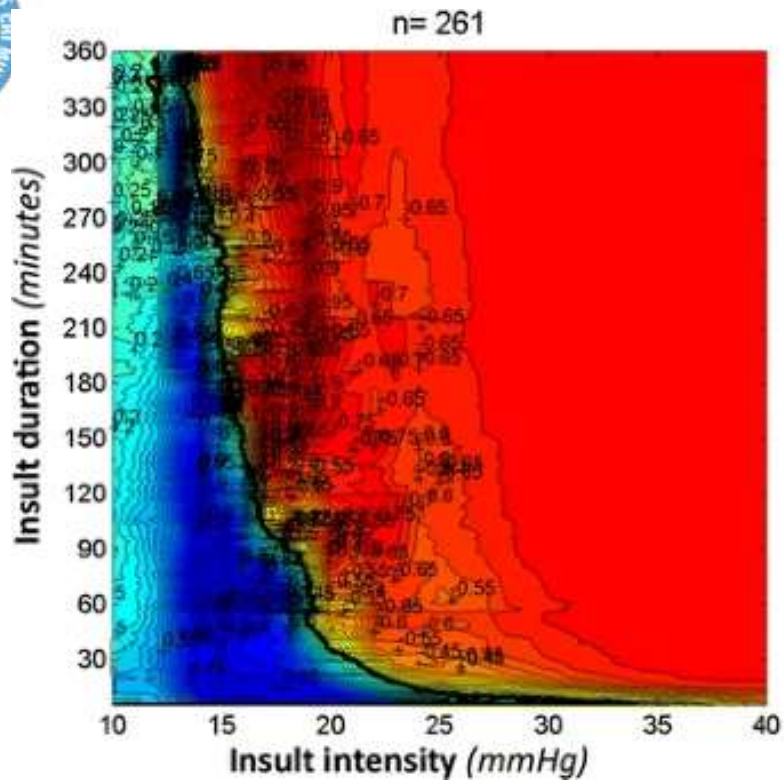


[Intensive Care Medicine](#)

[Aims and scope](#) →

[Submit manuscript](#) →

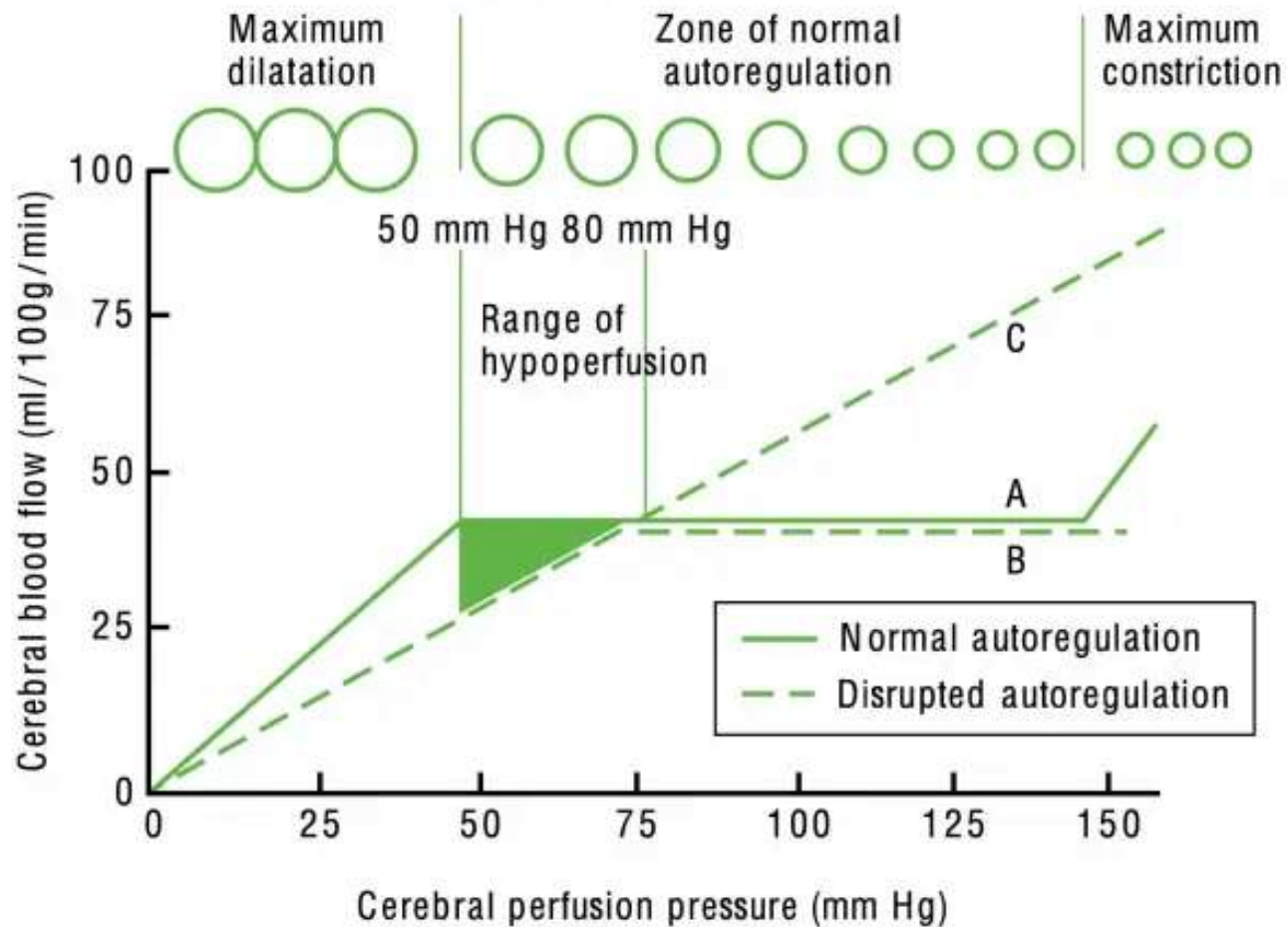






Theo dõi CPP, PRx, Autoregulation status và tối ưu CBF

- CPP = **best surrogate** which we have for estimating **CBF**
- an *isolated* elevation of ICP with a *good* clinical exam and *adequate* CPP isn't necessarily an emergency.





Optimal CPP?

- It is **critical to investigate the autoregulation status** before using CPP.
- Khi autoregulation suy giảm, tăng MAP để nâng CPP có thể làm tăng CBV, **tăng ICP và gây phù não**;
- CPP nên được **cá thể hoá theo PRx/PbtO₂/ICP** thay vì mặc định đẩy CPP lên cao.



pressure reactivity index - PRx

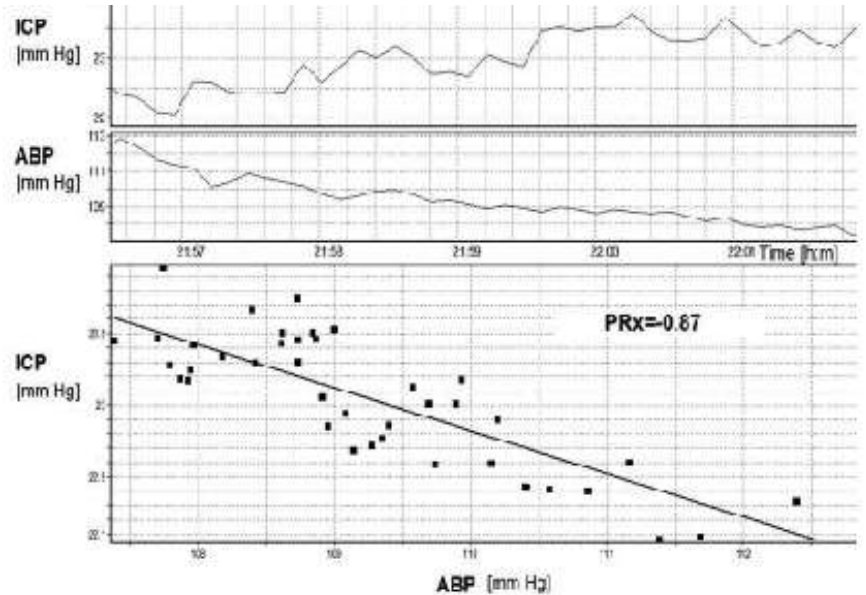
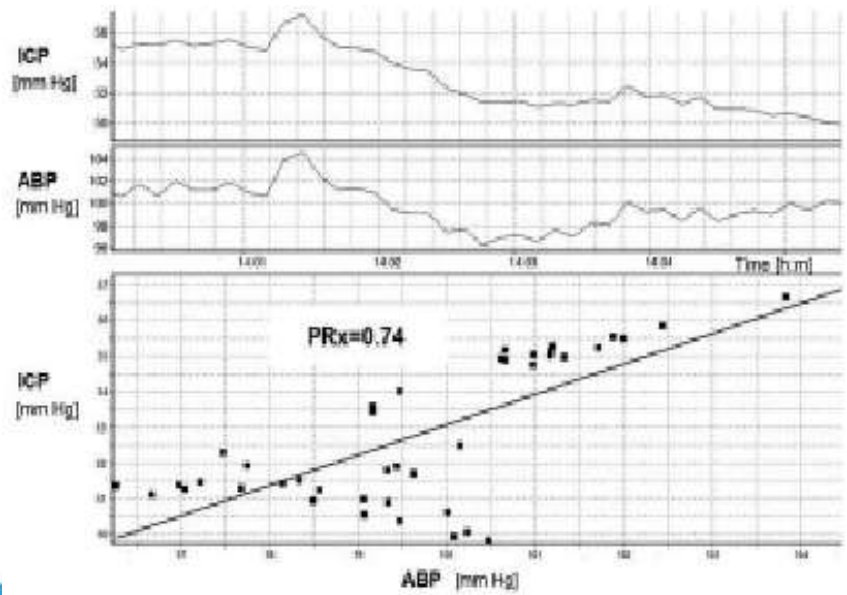
Cerebrovascular capability to react to pressure changes
(constrict to an increasing CPP, and vice versa)

Moving Linear regression **ICP** to **ABP**, 40 consecutive values
(during 8-seconds) \Rightarrow PRx = correlation coefficient, ranging from
-1 (intact pressure reactivity), to
+1 (impaired pressure reactivity)





pressure reactivity index - PRx





What should we change in practice, considering ICP?

- When considering the ICP value, *several* factors may be considered in a **holistic** fashion:
 - "mean" ICP
 - ICP **waveform** (dominant P2, plateau waves).
 - ICP "dose" → time is brain
- Investigate PRx, Autoregulation status, Using **Optimal CPP**, instead of merely ICP

Curr Opin Crit Care . 2022 Apr 1;28(2):101-110. doi:
10.1097/MCC.0000000000000920.



PbtO2 + Cerebral Micro Dialysis

- nhằm phát hiện "Thiếu máu não cục bộ tiềm ẩn" và đói năng lượng tế bào
- mô não bị đói oxy ($< 20\text{mmHg}$) và rối loạn chuyển hóa nặng (tăng tỷ lệ Lactate/Pyruvate).
- Có thể diễn ra hoàn toàn thầm lặng, không hề làm thay đổi hay biểu hiện qua chỉ số ICP hay CPP



Guideline của SIBICC:

SIBICC SEVERE TBI ALGORITHM FOR PATIENTS WITH ICP AND
BRAIN TISSUE OXYGEN MONITORING



SIBICC SEVERE TBI ALGORITHM

FOR PATIENTS WITH ICP AND BRAIN TISSUE OXYGEN MONITORING

A comprehensive protocol designed to assist clinicians managing sTBI patients undergoing ICP and $P_{ti}O_2$ monitoring.

These recommendations are based on combined expert opinion and reflect neither a standard-of-care nor a substitute for thoughtful individualized management.

BASIC CARE Applies to all Severe TBI Patients



Supportive care

• Hemodynamic optimization
• Temperature management
• Glucose management
• Electrolyte management
• Seizure management
• Pain management
• Nutritional management
• DVT prophylaxis
• Infection prophylaxis

• Neuroimaging optimization
• ICP management
• Brain temperature management
• Seizure management
• Glucose management
• Electrolyte management
• Pain management
• Nutritional management
• DVT prophylaxis
• Infection prophylaxis

• Avoidance of secondary brain injury
• Avoidance of hypotension
• Avoidance of hypernatremia
• Avoidance of hypermagnesemia
• Avoidance of hyperkalemia
• Avoidance of hypercalcemia
• Avoidance of hyperphosphatemia
• Avoidance of hyperuricemia
• Avoidance of hyperbilirubinemia
• Avoidance of hyperlactatemia
• Avoidance of hyperammonemia
• Avoidance of hyperglycemia
• Avoidance of hyperthermia
• Avoidance of hypothermia
• Avoidance of hypotension
• Avoidance of hypoxemia
• Avoidance of hyperoxemia
• Avoidance of hypocapnia
• Avoidance of hypercapnia
• Avoidance of hypokalemia
• Avoidance of hyperkalemia
• Avoidance of hyponatremia
• Avoidance of hypernatremia
• Avoidance of hypomagnesemia
• Avoidance of hypermagnesemia
• Avoidance of hypocalcemia
• Avoidance of hypercalcemia
• Avoidance of hypophosphatemia
• Avoidance of hyperphosphatemia
• Avoidance of hypouricemia
• Avoidance of hyperuricemia
• Avoidance of hypobilirubinemia
• Avoidance of hyperbilirubinemia
• Avoidance of hypolactatemia
• Avoidance of hyperlactatemia
• Avoidance of hypammonemia
• Avoidance of hyperammonemia
• Avoidance of hypoglycemia
• Avoidance of hyperglycemia
• Avoidance of hypothermia
• Avoidance of hyperthermia

	ICP < 22 mmHg	ICP > 22 mmHg
$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg	Type A	Type B
$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg	Type C	Type D

TYPE B ICP Elevated – Brain Oxygenation Normal

ICP > 22 mmHg

ICP < 22 mmHg

$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg

$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg

ICP > 22 mmHg

ICP < 22 mmHg

$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg

$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg

TREATMENT NOT RECOMMENDED FOR USE IN THE MANAGEMENT OF SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY (when both ICP and $P_{ti}O_2$ are monitored)

- Hypertonic saline
- Hypertonic mannitol
- Hypertonic dextrose
- Hypertonic glycerol
- Hypertonic sorbitol
- Hypertonic urea
- Hypertonic sodium chloride
- Hypertonic calcium chloride
- Hypertonic potassium chloride
- Hypertonic magnesium sulfate
- Hypertonic sodium bicarbonate
- Hypertonic sodium acetate
- Hypertonic sodium citrate
- Hypertonic sodium gluconate
- Hypertonic sodium lactate
- Hypertonic sodium phosphate
- Hypertonic sodium silicate
- Hypertonic sodium sulfite
- Hypertonic sodium selenite
- Hypertonic sodium tellurite
- Hypertonic sodium borate
- Hypertonic sodium molybdate
- Hypertonic sodium vanadate
- Hypertonic sodium fluoride
- Hypertonic sodium bromide
- Hypertonic sodium iodide
- Hypertonic sodium nitrate
- Hypertonic sodium nitrite
- Hypertonic sodium perchlorate
- Hypertonic sodium periodate
- Hypertonic sodium permanganate
- Hypertonic sodium selenate
- Hypertonic sodium selenite
- Hypertonic sodium silicate
- Hypertonic sodium sulfite
- Hypertonic sodium sulfide
- Hypertonic sodium selenite
- Hypertonic sodium tellurite
- Hypertonic sodium borate
- Hypertonic sodium molybdate
- Hypertonic sodium vanadate
- Hypertonic sodium fluoride
- Hypertonic sodium bromide
- Hypertonic sodium iodide
- Hypertonic sodium nitrate
- Hypertonic sodium nitrite
- Hypertonic sodium perchlorate
- Hypertonic sodium periodate
- Hypertonic sodium permanganate
- Hypertonic sodium selenate
- Hypertonic sodium selenite
- Hypertonic sodium silicate
- Hypertonic sodium sulfite
- Hypertonic sodium sulfide
- Hypertonic sodium selenite
- Hypertonic sodium tellurite
- Hypertonic sodium borate
- Hypertonic sodium molybdate
- Hypertonic sodium vanadate
- Hypertonic sodium fluoride
- Hypertonic sodium bromide
- Hypertonic sodium iodide
- Hypertonic sodium nitrate
- Hypertonic sodium nitrite
- Hypertonic sodium perchlorate
- Hypertonic sodium periodate
- Hypertonic sodium permanganate
- Hypertonic sodium selenate
- Hypertonic sodium selenite
- Hypertonic sodium silicate
- Hypertonic sodium sulfite
- Hypertonic sodium sulfide

ICP > 22 mmHg, $P_{ti}O_2$ > 20 mmHg: Consider arterial pressure, ICP, brain tissue pressure, and intracranial pressure (ITP) relative to central venous pressure (CVP), brain tissue oxygenation of oxygen (BTT), and arterial pressure.

CRITICAL NEUROWORSENING

- A serious deterioration in clinical/neurologic status which requires an immediate physician response such as:
- Significant decrease in the GCS motor score of a patient compared with the previous examination
 - New decrease in pupillary reactivity
 - New pupillary asymmetry or dilation
 - New focal motor deficit
 - Hemiparesis or hemiplegia or Cushing's triad

RESPONSE TO CRITICAL NEUROWORSENING

- Urgent evaluation to identify possible cause of neuroworsening, if the cause is suspected:
- Urgent treatment
 - Hypertonic saline
 - ICP > 22 mmHg
 - $P_{ti}O_2$ < 20 mmHg
 - Consider an urgent imaging or other testing
 - Repeat assessment of treatment

POSSIBLE CAUSES OF NEUROWORSENING

- Expanding intracranial mass lesion
- Cerebral edema
- Elevated ICP
- Dilation
- Secondary brain injury
- Medical complications
- Medication effect
- Infection or sepsis
- Anemia
- Systemic hypotension
- Seizure or post-ictal state
- Hypoxemia/hypoxic episode
- CNS infection
- Infection or sepsis
- Subarachnoid hemorrhage
- Dehydration
- Sugar or hypernatremia

TYPE C ICP Normal – Brain Hypoxic

ICP < 22 mmHg

ICP > 22 mmHg

$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg

$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg

ICP < 22 mmHg

ICP > 22 mmHg

$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg

$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg

TYPE D ICP Elevated – Brain Hypoxic

ICP > 22 mmHg

ICP < 22 mmHg

$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg

$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg

ICP > 22 mmHg

ICP < 22 mmHg

$P_{ti}O_2$ > 20 mmHg

$P_{ti}O_2$ < 20 mmHg



Peer Review: ...
Peer Creation: ...





Siêu âm Doppler xuyên sọ trong TBI

- Phân biệt co thắt mạch máu não / sung huyết não
 - **Co thắt mạch:** chỉ vận tốc dòng máu động mạch cảnh trong sọ tăng
 - → cần nâng MAP
 - **Sung huyết não** gây tăng vận tốc ICA trong + ngoài sọ
 - → nếu nâng MAP: gây nặng hơn tình trạng sung huyết não.
- Hypoperfusion: MCA <35 cm/s
- Vasospasm: MCA >120 cm/s
- PI ≥ 1.56 predicted over 83% rate of poor outcome at 6 months

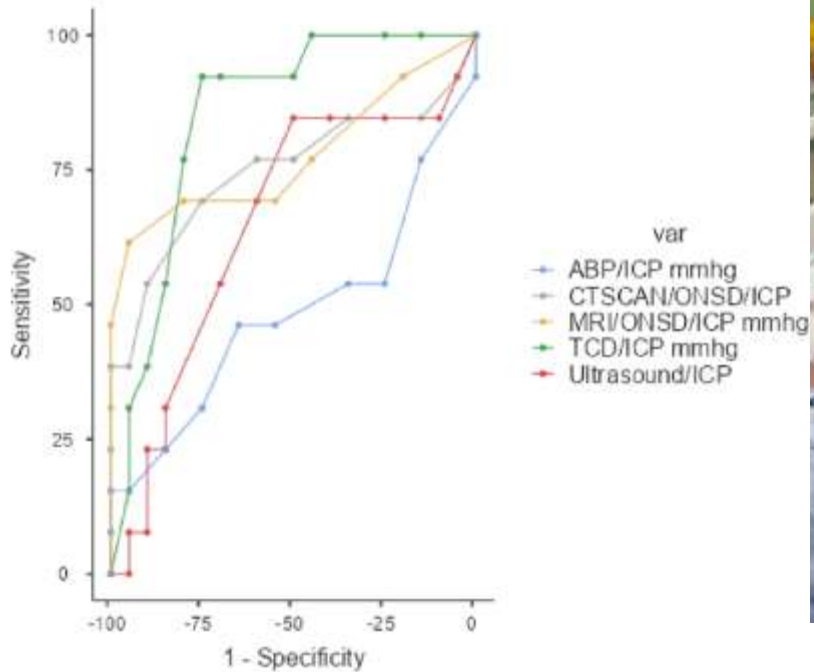




Siêu âm Doppler xuyên sọ trong TBI

F.C.H. Dolponou et al.

ROC Curve: Combined





Các vấn đề hậu phẫu khác





Trạng thái động kinh không co giật (NCSE) và Sóng khử cực lan tỏa (Cortical Spreading Depolarization - CSD).

NCSE

- **22% TBI** trung bình - nặng: co giật → tiến triển thành NCSE
- liên quan trực tiếp đến việc teo hồi hải mã
- NCSE làm tăng áp lực nội sọ và phù não âm thầm
- yếu tố tiên lượng độc lập → thời gian nằm viện, tỷ lệ tàn tật và **tỷ lệ tử vong cao hơn.**

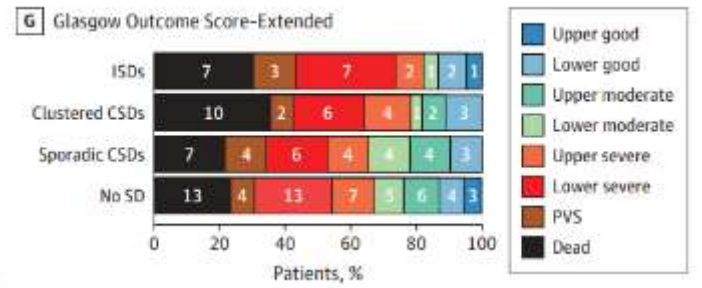
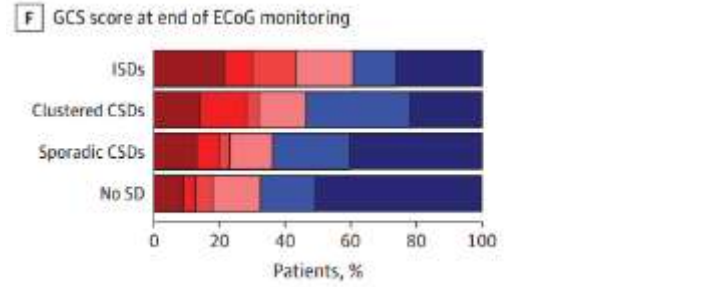
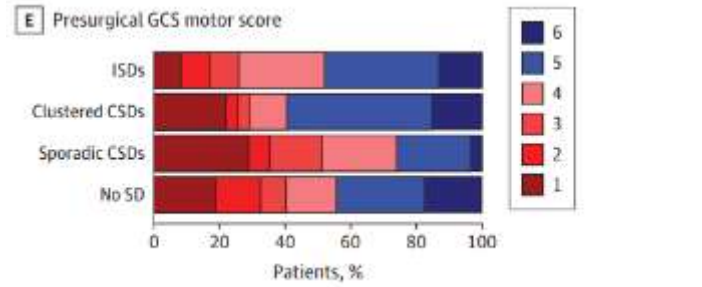
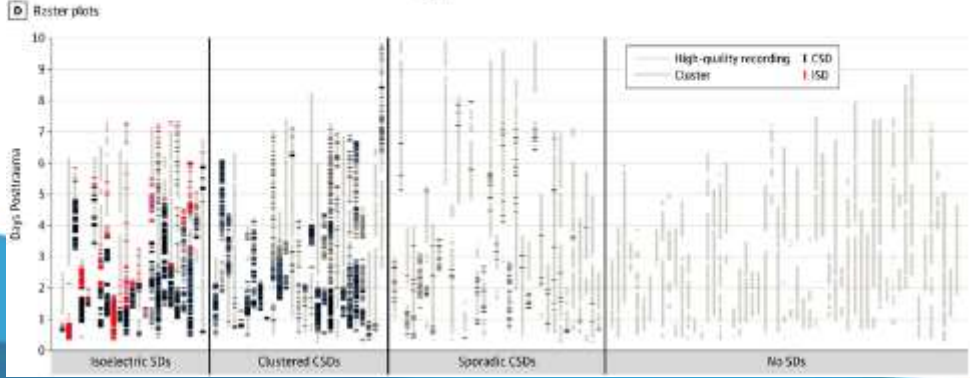
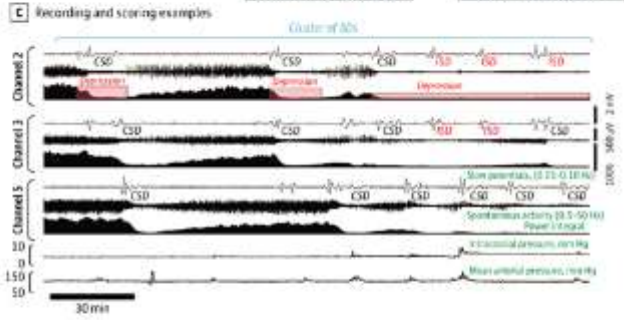
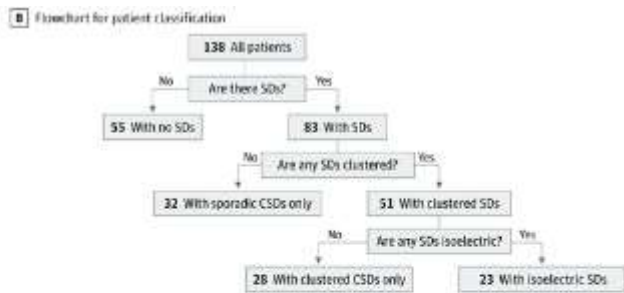
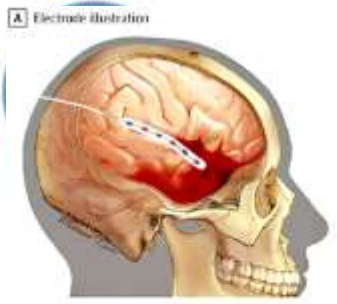
Neurology. 2010 Aug 31;75(9):792–798. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181f07334
J Clin Neurophysiol . 1999 Jul;16(4):332-40; discussion 353. doi: 10.1097/00004691-199907000-00005.



CSD

- Là hiện tượng "sập nguồn" điện học lan tỏa, trực tiếp kích hoạt tình trạng thiếu máu cục bộ thứ phát trên vỏ não.
- Âm thầm tàn phá tế bào não từng giờ mà mắt thường hay việc khám lâm sàng định kỳ hoàn toàn bất lực và bỏ sót.

Lancet Neurol. 2011 Dec;10(12):1058-64.





CSD

Quản lý CSD

- Nâng CPP để đảm bảo dòng máu nuôi các vùng mô đang kiệt quệ.
- Kiểm soát nghiêm ngặt nồng độ oxy và đường huyết trong máu.
- Sử dụng các thuốc ức chế NMDA (như Ketamine) để ngăn chặn các làn sóng khử cực này lan rộng.



"Cơ bản giao cảm kích phát" (PSH)

- Tần suất: ~10%
- Rối loạn hệ thần kinh tự chủ = các đợt bùng phát hệ giao cảm.
- Triệu chứng: tăng nhịp tim, huyết áp cao, sốt, vã mồ hôi và co cứng cơ không kiểm soát.
- xuất hiện đột ngột dưới tác động của các kích thích rất nhỏ (như hút đờm, xoay trở).
- Gây **tổn thương não thứ phát**: Thiếu oxy, tăng chuyển hoá, phù não, tăng ICP



Thang điểm PSH-am

Neurotrauma. 2014 Sep 1;31(17):1515-20.

Chẩn đoán DCSH

TABLE 1. PAROXYSMAL SYMPATHETIC HYPERACTIVITY—ASSESSMENT MEASURE

<i>Clinical Feature Scale (CFS)</i>					
	0	1	2	3	Score
Heart rate	< 100	100–119	120–139	≥ 140	
Respiratory rate	< 18	18–23	24–29	≥ 30	
Systolic blood pressure	< 140	140–159	160–179	≥ 180	
Temperature	< 37	37–37.9	38–38.9	≥ 39.0	
Sweating	Nil	Mild	Moderate	Severe	
Posturing during episodes	Nil	Mild	Moderate	Severe	
CFS subtotal					
Severity of clinical features					
Nil					0
Mild					1–6
Moderate					7–12
Severe					≥ 13
<i>Diagnosis Likelihood Tool (DLT)</i>					
Clinical features occur simultaneously					
Episodes are paroxysmal in nature					
Sympathetic over-reactivity to normally non-painful stimuli					
Features persist ≥ 3 consecutive days					
Features persist ≥ 2 weeks post-brain injury					
Features persist despite treatment of alternative differential diagnoses					
Medication administered to decrease sympathetic features					
≥ 2 episodes daily					
Absence of parasympathetic features during episodes					
Absence of other presumed cause of features					
Antecedent acquired brain injury					
(Score 1 point for each feature present)					
DLT subtotal					
Combined total (CFS+DLT)					
PSH diagnostic likelihood					
Unlikely					< 8
Possible					8–16
Probable					> 17



Nguyên tắc điều trị và quản lý PSH

- **Kiểm soát kích thích:** (tiếng ồn, ánh sáng) hoặc các yếu tố nội tại (đau, nhiễm trùng, bí tiểu).
- **Cắt cơn và giảm kích thích giao cảm:** Sử dụng các nhóm thuốc như thuốc an thần (Morphine, Fentanyl), thuốc chẹn thụ thể beta không chọn lọc (như propranolol), và các thuốc điều hòa thần kinh.
- **Bảo vệ não:** Đảm bảo đủ oxy, duy trì tưới máu não ổn định, kiểm soát thân nhiệt và chống phù não.



Hạ Natri máu

- incidence of hyponatremia in TBI ranges from **9.6 to 51%**
- common causes of hyponatremia in TBI are **CSW, SIADH**, hypopituitarism and inadequate dietary intake of salt
- differentiation between CSW and SIADH is difficult, the use of mannitol, impaired hypothalamo-pituitary adrenal(HPA) axis make diagnosis harder



Hệ lụy lâm sàng của hạ natri máu:

- phù não, co giật
- cạm bẫy bù dịch.
- bù Natri quá nhanh → **hủy myelin trung tâm cầu não**
- SIADH → cần tiết chế nước. CSW cần bù dịch. Nếu bù dịch sai
→ quá tải tuần hoàn, phù phổi, tăng áp lực hồi lưu tĩnh mạch
→ tăng ICP



Nhóm phương pháp	Chỉ số / Dấu hiệu phân biệt	Hội chứng CSW (Mất muối do nã)	Hội chứng SIADH (Tăng tiết ADH bất thường)
1. Khám Lâm sàng	Thể tích dịch ngoại bào	Giảm nặng (Mất nước)	Bình thường hoặc tăng nhẹ
	Dấu hiệu thực thể	Da niêm mạc khô, mắt trũng, tĩnh mạch cổ xẹp	Da ẩm, không mất nước, có thể phù nhẹ
	Huyết động học	Hạ huyết áp (hoặc hạ tư thế), mạch nhanh	Huyết áp bình thường hoặc tăng nhẹ
2. Theo dõi Dịch	Lượng nước tiểu (24 giờ)	Đa niệu (Tăng rất cao > 3 lít/ngày)	Thiểu niệu hoặc bình thường
	Cân bằng xuất nhập	Âm tính (Lượng ra > Lượng vào)	Dương tính (Lượng vào > Lượng ra)
3. Cận Lâm sàng	Áp lực tĩnh mạch trung tâm (CVP)	Giảm thấp (< 4 – 6 cmH ₂ O)	Bình thường hoặc tăng (> 6 – 10 cmH ₂ O)
	Độ đậm đặc máu (Hct, Albumin)	Tăng cao (Do máu bị cô đặc)	Giảm hoặc bình thường (Máu bị pha loãng)
	Nồng độ Axit Uric máu	Giảm dai dẳng kể cả sau khi bù đủ muối	Trở về bình thường sau khi chỉnh Natri
	Định lượng BNP / NT-proBNP	Tăng rất cao (Não kích thích thải muối)	Bình thường hoặc chỉ tăng nhẹ
4. Điều trị Thử	Nghiệm pháp Hạn chế dịch	Nguy hiểm: Lâm sàng xấu đi , tụt huyết áp	Hiệu quả: Natri máu tăng trở lại
	Nghiệm pháp Truyền dịch đẳng trương	Hiệu quả: Lâm sàng cải thiện, ổn định	Nguy hiểm: Natri máu càng tụt nặng hơn



Ngưng an thần và ngưng theo dõi ICP

- **Tối ưu hoá an thần**
- Ngắt an thần hàng ngày cần thận trọng khi tăng ICP nặng.
- Theo dõi: Thang điểm RASS hoặc SAS. Thiết bị BIS hỗ trợ khi dùng giãn cơ. SIBICC guideline cho Sedation holiday
- **Nguyên tắc: "Analgesia first"** (Ưu tiên giảm đau trước).



Ngưng an thần và ngưng theo dõi ICP

- **Lựa chọn thuốc:**

- **Giảm đau:** Fentanyl, Remifentanyl (Khởi phát/kết thúc nhanh).
(Tránh Morphine nếu suy thận).

- **An thần/Chống co giật:**

- *Propofol*: Kiểm soát ICP, co giật (Cẩn trọng PRIS nếu dùng liều cao kéo dài).
- *Midazolam*: Chống co giật mạnh, dễ tích tụ gây mê sáng.

- **Thuốc mới/Ứng dụng đặc biệt:**

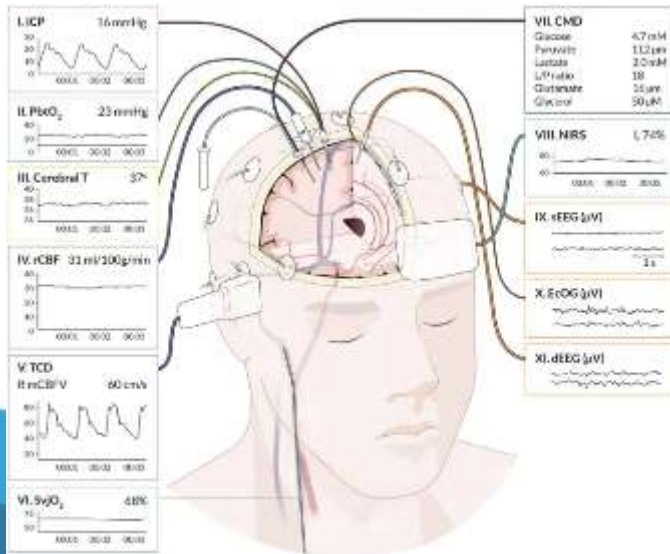
- *Ketamine*: An toàn nếu kiểm soát tốt CO₂, tiềm năng bảo vệ thần kinh.

- *Dexmedetomidine*: An thần hợp tác, ngừa run.



Postoperative brain physiology bundle

Multimodal monitoring: Tìm ra "cửa sổ cơ hội" can thiệp giảm secondary injury trước tổn thương vĩnh viễn





Tối ưu hoá sinh lý não

Trục sinh lý não	Mục tiêu quản lý	Công cụ theo dõi	Can thiệp chính
Áp lực nội sọ	Tránh ICP burden	ICP mean, waveform, plateau waves	Tư thế, an thần, CSF drainage, osmotherapy
Tưới máu	CPP đủ nhưng không quá mức	MAP, ICP, CPP, PRx	Dịch, vận mạch, giảm ICP, optimal CPP
Oxy mô não	Tránh occult hypoxia	PbtO ₂ , PaO ₂ , Hb, SpO ₂	Tăng FiO ₂ , CPP, Hb, tối ưu thông khí
Chuyển hoá	Tránh energy crisis	CMD: LPR, glucose, lactate, pyruvate	Glucose, oxy, CPP, kiểm soát co giật/sốt
Điện học	Tránh seizure/CSD burden	cEEG, electrocorticography nếu có	ASM, an thần, ketamine
Toàn thân	Tránh secondary systemic insults	T°, Na ⁺ , glucose, Hb, PaCO ₂	Normothermia, natri, glucose, thông khí



Thông điệp cốt lõi (Take-home messages):

- Phẫu thuật giải ép chỉ là bước đầu; thành công phụ thuộc vào bảo vệ nhu mô não sau mổ khỏi các tổn thương thứ phát.
- Hãy phối hợp ICP với các theo dõi đa mô thức để có cái nhìn toàn diện.
- Cá thể hoá điều trị bệnh nhân dựa trên sinh lý não của mỗi người bệnh