# 重症醫學論壇
# Brain Monitoring Technology in Intensive Care Unit

高雄榮總 重症醫學部

重症加護外科

朱炳騰 醫師

# 大綱

- 神經重症患者的監測

# 神經重症患者的監測

# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology)
  > 關注於評估顱內變化並追蹤治療反應，可在症狀前檢測惡化。

# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology)
  >在神經重症照護（Neurocritical Care）中，指的是整合多種侵入性和非侵入性監測模態（Modalities），用於即時評估腦生理學（Brain Physiology）、檢測腦損傷早期跡象（Early Signs of Brain Injury），並指導治療決策

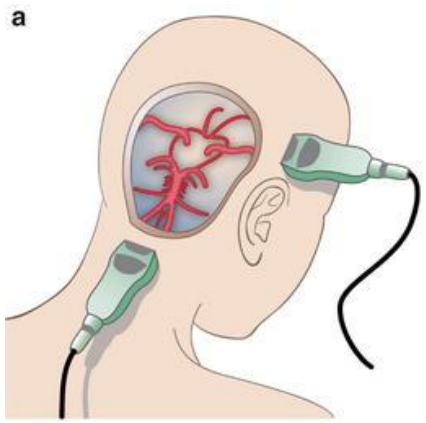
Journal of Intensive Medicine 5 (2025) 23–31

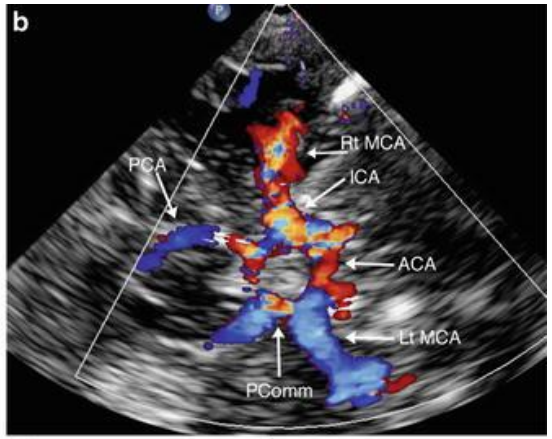
# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

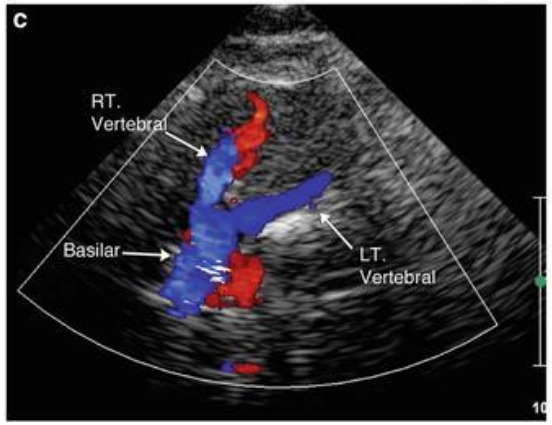
- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -非侵入性模態（Non-Invasive Modalities）
  > 瞳孔測量儀（Pupillometry）：
  ⇨ 使用自動瞳孔儀（Automated Pupillometers, APMs），透過紅外線相機（Infrared Cameras）和LED光源測量瞳孔反應，包括潛伏期（Latency）、收縮速度（Constriction Velocity）、擴張速度（Dilation Velocity）和神經瞳孔指數（Neurological Pupil Index, NPi）
  ⇨ 目的：減少檢查者間變異性（Inter-Examiner Variability），早期檢測瞳孔變化（如TBI或腦梗塞），並輔助腦死亡評估（Brain Death Assessment）

# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -非侵入性模態（Non-Invasive Modalities）
  > 經顱多普勒超音波（Transcranial Doppler Ultrasound, TCD）：
  ⇨ 使用低頻超音波探針（Low-Frequency Ultrasound Probes, 2 MHz）透過聲窗（Acoustic Windows，如顳窗、眶窗）測量腦血流速度（Cerebral Blood Flow Velocity, CBFV）、脈動指數（Pulsatility Index, PI）和阻力指數（Resistance Index, RI）
  ⇨ 目的：即時監測腦血行動力學（Cerebral Hemodynamics），預測顱內壓升高（Elevated Intracranial Pressure, ICP）、血管痙攣（Vasospasm，如SAH），並評估鐮狀細胞病（Sickle Cell Disease）的中風風險

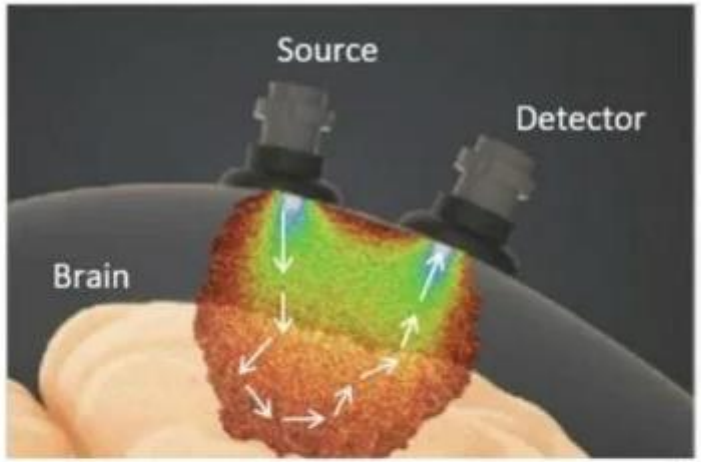


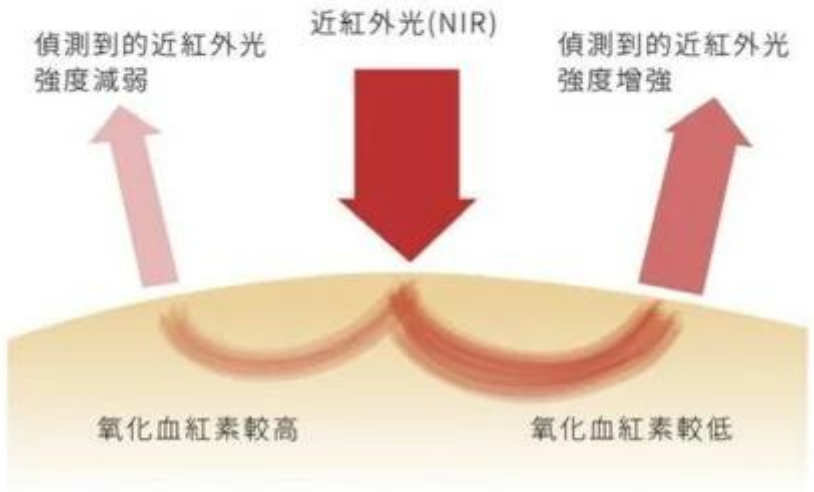



# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

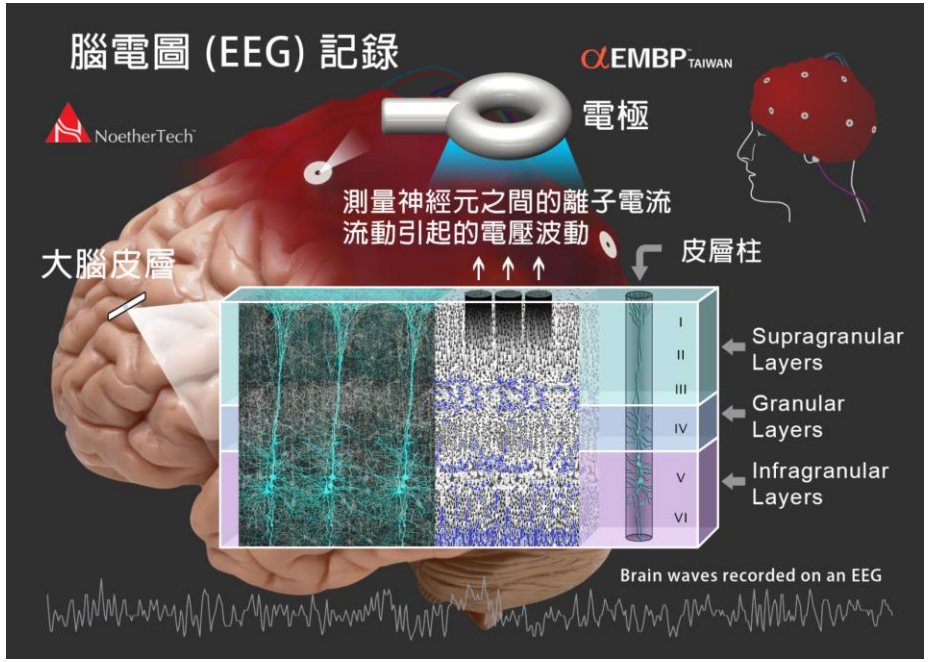
- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -非侵入性模態（Non-Invasive Modalities）
  > 近紅外光譜（Near-Infrared Spectroscopy, NIRS）：透過額頭黏貼片（Adhesive Patches）測量區域腦氧飽和度（Regional Cerebral Oxygenation, rSO2），計算氧合血紅蛋白與還原血紅蛋白比例（Oxyhemoglobin and Reduced Hemoglobin Ratios）。
  > 目的：評估腦灌注（Cerebral Perfusion），預測昏迷患者預後（Outcomes in Comatose Patients），並指導輸血目標（Transfusion Goals），尤其在心臟驟停期間；但限於額葉區域（Frontal Brain Regions）



# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -非侵入性模態（Non-Invasive Modalities）
  > 定量腦電圖（Quantitative EEG, qEEG）：連續腦電圖監測（Continuous EEG Monitoring），顯示面板包括癲癇機率（Seizure Probability）、節律性（Rhythmicity）、振幅（Amplitude）和不對稱指數（Asymmetry Indices）
  > 目的：檢測非痙攣性癲癇（Non-Convulsive Seizures）、監測治療（如誘導性昏迷，Induced Coma）、識別缺血（Ischemia，如SAH）

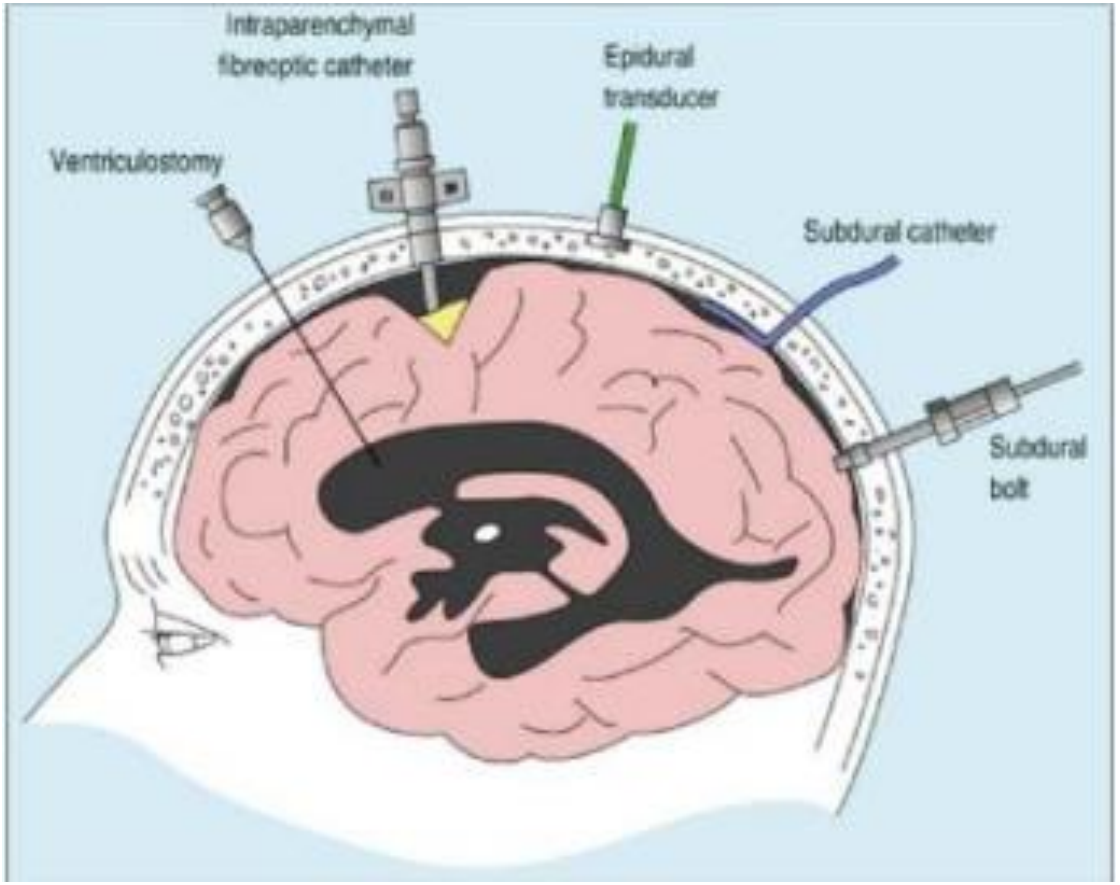


# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -非侵入性模態（Non-Invasive Modalities）
  > 生理檢查（Physical Examination）：詳細神經評估，包括意識水平（Level of Consciousness）、顱神經功能（Cranial Nerve Function）和運動反應（Motor Responses），使用標準量表如格拉斯哥昏迷量表（Glasgow Coma Scale, GCS）、國家衛生研究院中風量表（NIH Stroke Scale, NIHSS）或四分量表（FOUR Scale）
  > 目的：檢測細微變化，預防次發性腦損傷（Secondary Brain Injury），並指導影像檢查

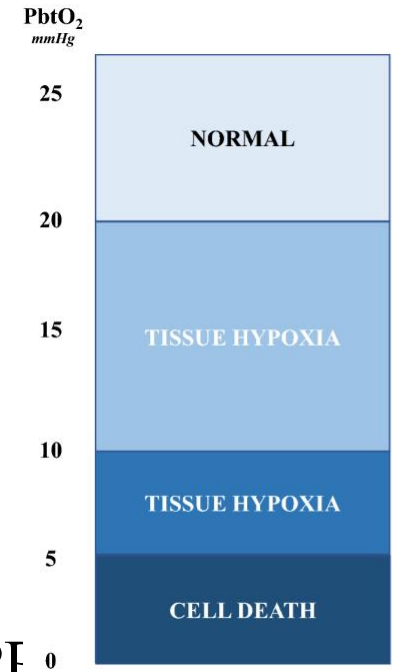
# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

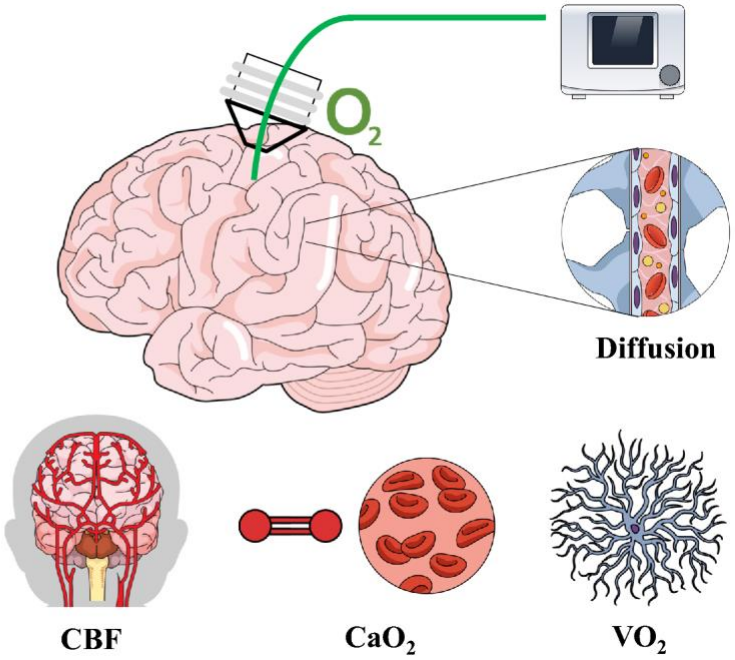
- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -侵入性模態（Invasive Modalities）
  > 顱內壓監測（Intracranial Pressure Monitoring, ICP）：使用外腦室引流管（External Ventricular Drains, EVDs）或腦實質探針（Intraparenchymal Probes）連續測量ICP，基於Monro-Kellie原理（Monro-Kellie Doctrine）
  > 目的：檢測ICP升高（如嚴重TBI），指導治療干預，評估腦自動調節（Cerebral Autoregulation）透過壓力反應指數（Pressure Reactivity Index, PRx），EVDs還可排水腦脊液（CSF Drainage）



# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

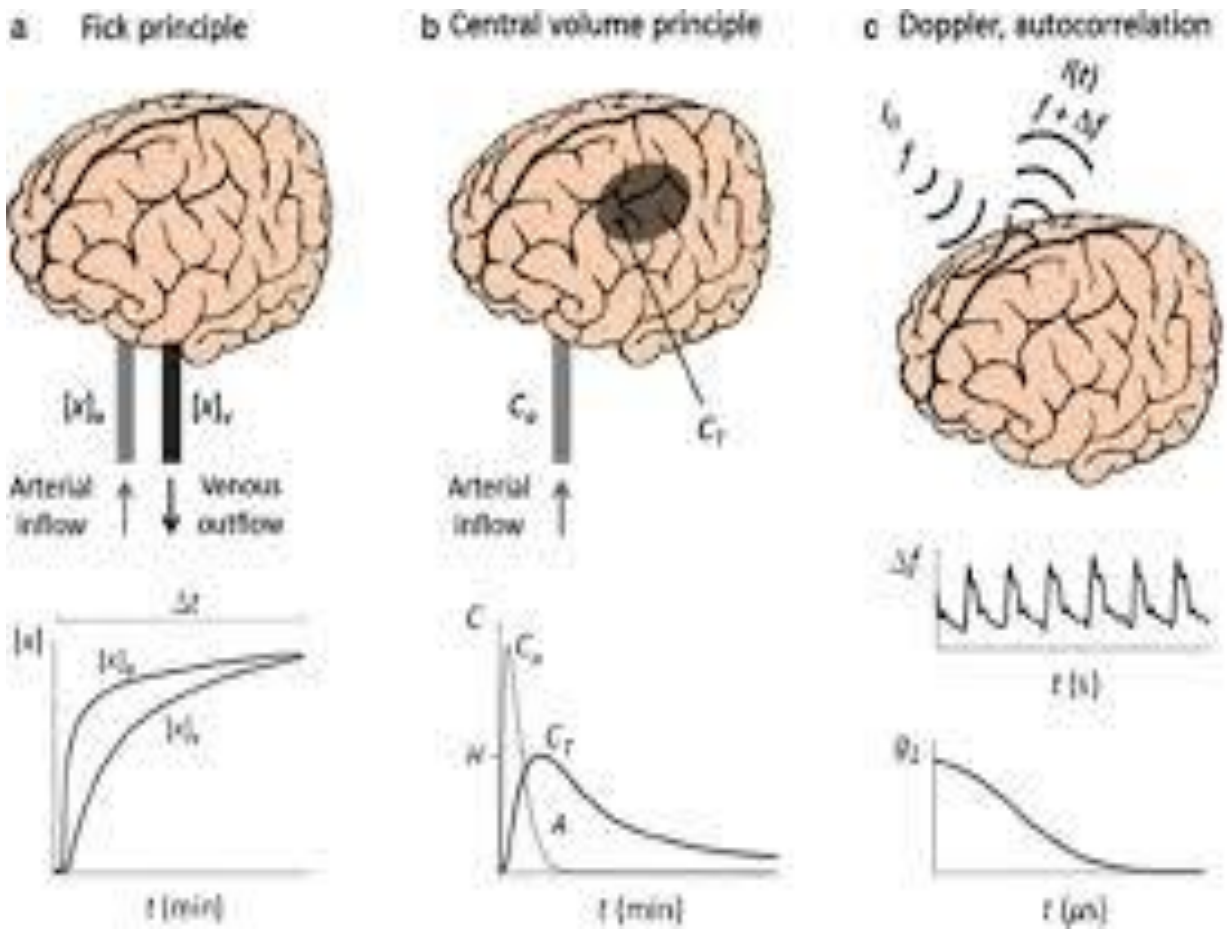
- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) -侵入性模態（Invasive Modalities）
  > 腦組織氧監測（Brain Tissue Oxygenation Monitoring, PbtO2）：使用探針如Licox或Neurovent-PTO測量腦實質氧分壓（Partial Pressure of Oxygen in Brain Parenchyma）
  > 目的：評估腦氧合（Cerebral Oxygenation），維持氧水平，指導TBI治療與腦灌注壓（Cerebral Perfusion Pressure, CPP）相關；限於局部區域（Focal Areas）



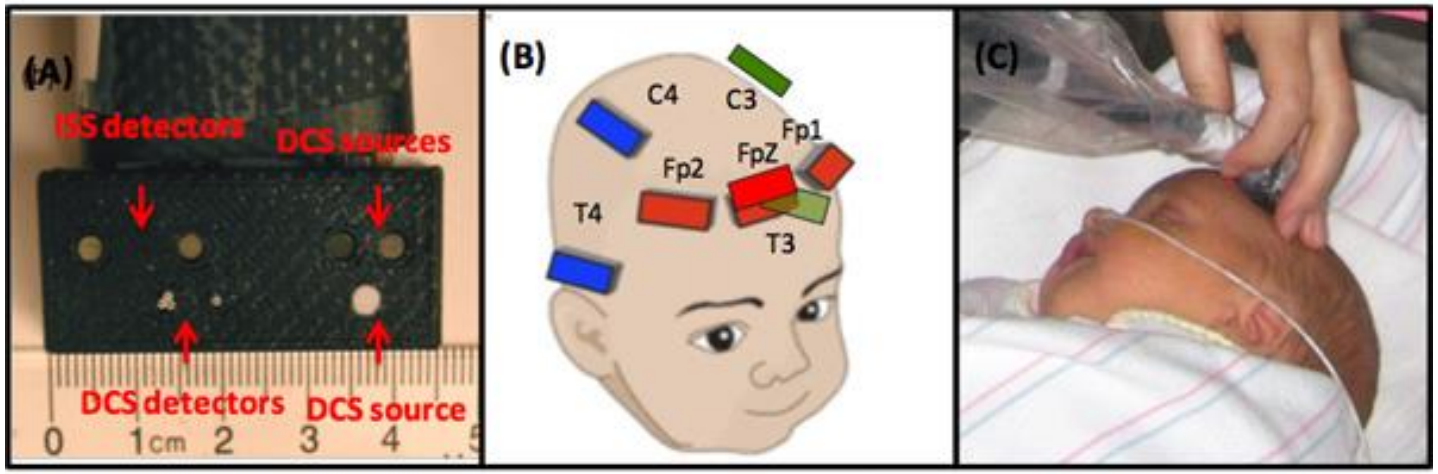
# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology)
  -侵入性模態（Invasive Modalities）
  > 腦血流監測（Cerebral Blood Flow Monitoring, CBF）：使用熱擴散血流測定（Thermal Diffusion Flowmetry, TDF）腦實質探針測量區域CBF
  > 目的：檢測血流變化（如SAH或TBI），評估自動調節和血管反應性（Vasoreactivity），監測治療反應；限於局部測量



# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) - 侵入性模態（Invasive Modalities）
  > 腦代謝監測（Cerebral Metabolism Monitoring）：腦微透析（Cerebral Microdialysis, CMD），導管採樣細胞外液（Extracellular Fluid）測量葡萄糖（Glucose）、乳酸（Lactate）和丙酮酸（Pyruvate）
  > 目的：估計腦代謝（Brain Metabolism），識別代謝危機（Metabolic Crises，如乳酸/丙酮酸比>40），評估SAH和TBI預後



# 神經重症患者的監測
# (Monitoring of Neurocritical Care Patients)

- ORANGE研究：
  > 國際多中心前瞻性觀察性隊列研究 (Prospective Observational Cohort Study)，神經瞳孔指數 (Neurological Pupil Index, NPi) 與急性腦損傷 (Acute Brain Injury, ABI) 預後關係
  > 納入514例，40,071次NPi測量；47%有至少一次NPi異常，與不良神經預後和院內死亡相關，顯示NPi為非侵入性動態監測指標
- 床邊多模態神經監測技術 (Bedside Multimodal Neuromonitoring Technology) 關注於評估顱內變化並追蹤治療反應，可在症狀前檢測惡化

Journal of Intensive Medicine 5 (2025) 23–31

# Take Home Message

# Thank Your for Your Attention