



# Neuromonitoring in the ICU

## ICUにおける神経モニタリング

演者 Prof. Hans Friberg (MD, PhD, EDIC) Anesthesiology and Intensive Care Medicine Center for Cardiac Arrest at Lund University Lund, Sweden  
麻酔・集中治療医学 教授 ハンス・フリーバーグ先生 ルンド大学(スウェーデン)

### Introduction:

The pathophysiology of brain injury in critically ill patients is complex and involves several detrimental pathways as well as pathways important for repair and recovery. While brain injury often is a result of a primary condition such as stroke or trauma, it is commonly aggravated by secondary insults. A clinical neurological examination is the single most important component of neuromonitoring but is often not enough, especially in the more severely injured patients in whom sedation is mandated. In this review, we will discuss some clinically available neuromonitoring techniques including neurophysiology (EEG/cEEG/SSEP), brain tissue oxygen monitoring, automated quantitative pupillometry and biomarkers of brain damage in biological tissues. How these techniques can be integrated in multimodal algorithms to improve diagnostic procedures, individualize therapy and assist in prognostication will be addressed.

### Aims:

The overall aims of neuromonitoring in the ICU:

- to improve the understanding of cerebral disease in the critically ill
- to identify worsening neurological conditions and secondary brain insults
- to collect and combine substrate for guidance and individualization of therapy
- to assist in prognostication

### Preliminary data:

Data from a prospective observational sub-study (n=134) of the Target Temperature Management Trial (TTM-trial) investigating the temporal development of epileptiform activity and EEG background and the association to outcome will be presented. Simplified continuous EEG (cEEG) was used and six needle electrodes were applied according to the international SI-system.

Data from a prospective European multicentre study examining the accuracy of automated quantitative pupillometry will be presented. Pupillometry tests (Neurological Pupil index [NPI], % of Pupillary Light Reactivity [PLR]) were performed in parallel with standard neurological examination (motor response [GCS-M], brainstem reflexes [BSR]) at day 1 and 2 after CA, and automated pupillometry was blinded.

Established as well as novel biomarkers for brain damage in biological tissues will be presented and discussed.

### Conclusion:

A careful clinical neurological examination is a fundamental part of neuromonitoring. In order to individualize care and optimize therapy for the critically ill patient in the ICU, relevant neuromonitoring techniques should be added and integrated in multimodal algorithms.

## <和訳>

### イントロダクション

重篤な脳損傷患者の病態生理は複雑であり、快復や修復に重要な系路であると同時にいくつかの有害な系路を辿る。

一方、脳損傷は脳梗塞や外傷のような初期状態の結果であり、それらは二次的脳損傷により悪化することが一般的である。臨床的な神経所見は神経モニタリングの最も重要な要素であるが時に十分ではなく、鎮静下にある厳しい損傷の患者には特にそうである。

このレビューでは神経生理学的モニタリング（脳波 / 持続脳波 / 体性感覚誘発電位）、脳組織酸素モニタリング、自動定量瞳孔計、脳損傷を示すバイオマーカーを含めた臨床的に使用可能であるいくつかの神経モニタリング技術について議論する。どのようにしたら診断手順や個別の治療、予後予測の向上にこれらの多様なアルゴリズムを統合することができるだろうか。

### 目的

ICUにおける神経モニタリングの総体的な目標

- 重篤患者における脳疾患に対する理解を向上する
- 神経学的状態悪化と二次的脳損傷を特定する
- ガイドランスの基盤と個別の治療を集約し結合する
- 予後予測を手助けする

### 初期データ

一過性のもてんかん状態、脳波背景と予後との関連性を調査した TTM トライアルの前向きなサブ解析観察のデータについて発表する。測定には簡素化された持続脳波 (cEEG/aEEG) が使われ、国際 SI システムに基づく 6 本の針電極を使用している。

また、データは自動定量瞳孔計の精度を検証した前向きなヨーロッパの多施設研究のデータについても発表する。瞳孔計の分析（神経学的瞳孔指標 [NPI], 対光反射の [%PLR]) は標準的な神経学的試験（運動反応 [GCS-M], 脳幹反応 [BSR]) と並行して心停止後 1 日目と 2 日目に実施し、自動瞳孔計は盲目化された。

新しいが確立された生物学的組織における脳損傷のバイオマーカーについても発表し、議論していきたい。

### 結論

慎重な臨床的神経所見は神経モニタリングの基礎の一部である。ICU に在室している重篤な患者への個々のケアと最適な治療を実施するために、適切な神経モニタリング技術が用いられ、多様なアルゴリズムに統合されるべきである。