

特集 PCAS 2024 コラム

advanced 脳機能モニタリング

SedLine

脳波をもっと活用するために

渡邊 真麻 WATANABE, Maasa
公立西知多総合病院 麻酔科・集中治療センター
矢田部 智昭 YATABE, Tomoaki
公立西知多総合病院 救急診療センター

はじめに $\sim 60\% + \sim 20\%$
＜ICUで脳波を測定することで、意識障害や脳機能の評価、予後判定などに関して詳細な情報を得ることができる。しかし、デバイスの準備、検査部門の体制、判読可能な医師の確保など課題も多く、多くの施設では測定できない実情がある。SedLineは、患者の催眠レベルや脳の活動情報を、脳波波形から数値化し、視覚的に表示するデバイスである。詳細な脳波の判読はできずとも、異常脳波を検出でき、診断や予後予測の一助として期待されている。本稿では、SedLineの簡単な原理と当院での使用例を紹介する。＞

変化、脳領域間の対称性や同期性の変化、前頭野の活動低下、脳の電気活動を反映する定量的パラメータなど、複数の因子を組み合わせて算出される²⁾。薬物とは独立した＜BISや薬物ありきなのか＞脳波データの統計的処理に基づき構成されている点が bispectral index (BIS) モニター (コヴィディエンジャパン) とは異なる³⁾。

手術麻酔では、覚醒遅延や術後譫妄のリスクを軽減し⁴⁾、ICUでは鎮静評価²⁾や神経学的モニタリングへの応用を期待させるような報告がある。

SedLineをICUで活用する意義

ICUでの脳波検査の目的は、意識障害の評価、脳機能の評価や予後判定、てんかん重積のスクリーニング、

鎮静薬の効果判定などである⁵⁾。持続脳波モニタリング continuous electroencephalography (cEEG) では、非痙攣性てんかん重積状態 non-convulsive status epilepticus (NCSE) の検出がそれに加わる⁶⁾。しかし cEEG は、コロジオン適用電極などのデバイスの準備、検査部門の体制、判読する医師の確保などから＜日本の臨床現場では＞普及していない⁶⁾。また、ICUにかかわる約8割の医療従事者が神経集中治療に興味をもち、最も興味のある分野として「心肺停止蘇生後」を挙げている一方で「脳波の判読」の理解度は低く、さらなる教育が求められている⁷⁾との報告がある。その点で、ICUでSedLineを使用することは、脳波波形を診断の足がかりにするだけでなく、医療従事者が脳波に興味をもつきっかけとなる。

実際の使用方法

当院では、手術中の鎮静度評価に使用する BIS モニターに加えて、救急外来、ICU 用にキャスター付架台に設置している SedLine を1台有している。キャスター付架台に設置しているため、救急外来やICUの各ベッドサイドへの移動も簡便で、心停止後症候群 post cardiac arrest syndrome (PCAS) 後の症例をはじめICUにおいて多くの症例で使用している。実際に、SedLineによるモニタリングが肝性脳症など代謝性脳症の三相波やNCSEを疑うきっかけになった症例を経験している。

ICUではPCAS以外にも、深い鎮静時や筋弛緩薬の使用時、原因不明の意識障害など、脳機能モニタリングが必要と判断した症例に利用している＜PSI値はどのように解釈、臨床使用されていますでしょうか？。突然の意識障害の患者にSedLineを利用し、NCSEの早期治療に結びついた症例を経験した⁸⁾が、その症例ではICU看護師も脳波を観察し、繰り返し出現する異常脳波を認識することができた。

このように、SedLineによるモニタリング中は、ICU看護師がバイタルサインとともに常に脳波を監視している。異常脳波が疑われた場合は、看護師から集中治療医に報告され、他の臨床所見と合わせて抗痙攣薬の投与が検討される。

当院では、SedLineから脳波データ自体を出力しての保存は行っていないので、動画や写真として画面を

図1 当院におけるPCAS症例の管理
バイタルサインモニターとともにSedLine（赤丸）を用いて脳波の監視も実施している。



記録し、カンファレンスで共有している。また、必要に応じて、平日の日勤帯に神経内科医に脳波検査を含めた検査、継続した現在施行している治療の必要性について相談をしている。

PCASにおけるSedLine

次に、当院でPCASに対してSedLineを使用した例を紹介する。当院では、PCAS症例がICU入室したあと、全例に対して？何か適応はありますか？1台しかないから全例は無理か？早期にSedLineによるモニタリングを開始している。いつまでモニタリングを継続するかについて明確な基準はないが、意識の確認ができる、鎮静解除後しばらくして発作がない、あるいはICU退室時、などがSedLineによるモニタリングの終了時となっている。添付文書では、24時間以内の交換を推奨し

ているが、コストの問題があり、アーチファクトが多くなった場合などに交換をしている。

60歳の男性。拡張型心筋症の通院を自己中断していた。外出先で目撃下で突然、心停止となった。初期波形は心室細動で直ちに自動体外式電気的除細動を実施され、当院に救急搬送された。

気管挿管後に自己心拍が再開したが、蘇生までに34分を要した。緊急冠動脈造影では有意狭窄は認めなかったが、前壁の壁運動低下を認めたため大動脈内バルーンポンプを挿入し、ICUに入室した。

入室後に痙攣を認めたため、抗痙攣薬と投与するとともに、深鎮静管理と体温維持療法を行い、SedLineによる脳機能モニタリングを行った(図1)。体温維持療法は冷却ジェルパッド式体温管理システム(Arctic Sun5000(アイ・エム・アイ))を用いて36℃以下の中低温で維持し、24時間経過してからは37.5

39
セ
ネ

℃以上の高体温を避けて管理した。経過中、全身の細かい痙攣を認めたが、SedLineの波形から発作を疑わず、抗発作薬は中止とした。

第5病日に鎮静を減量し、指示動作ができることを確認し、第6病日に抜管し、第7病日にICUを退出となった。軽度の遂行機能障害などは認めるものの、大きな高次脳機能障害は認めず、第9病日に植込み型除細動器植込みのために他院に転院した。

Sedlineの限界

心肺蘇生後の体温維持管理療法において、体動やシパリングの抑制などのために鎮静鎮痛薬や筋弛緩薬の投与が行われる。発作は転帰不良と関連しており、早期治療が求められる⁹⁾。cEEGは、心肺蘇生後の成人患者の神経学的転帰を予測するのに有用とされ¹⁰⁾、昏睡患者に対して、間欠的または連続的な脳波モニタリングを検討する¹¹⁾ことが推奨されている。

しかし、一般的なICUでcEEGを行うのは難しく、当院でも夜間などにcEEGを行える体制ではない。そのような場合、ICUにおけるSedLineは診断や神経学的予後予測の一助になるかもしれない。実際に、SedLineのPSiなどがPCAS後の

早期の神経学的予後予測に有用だと¹²⁾する前向き観察研究も報告されている。ただし、pEEGは確固たるエビデンスがなく、さらなる研究が望まれることや、近傍の機器が干渉したり、筋電図などのアーチファクトとの鑑別などを要する¹³⁾。

おわりに

以上のような限界はあるが、SedLineを適切に活用することで、PCASを含めICUでの脳機能モニタリングの補助となり、医療従事者にその重要性を啓発することで集中治療の質の向上に寄与することが期待される。

11.5a 見出し MB 317
文献 18a

1. Bögli SY, Cherchi MS, Olakorede I, et al. Pitfalls and possibilities of using Root SedLine for continuous assessment of EEG waveform-based metrics in intensive care research. *Physiol Meas* 2024; 45. PMID: 38697208
2. Idei M, Seino Y, Sato N, et al. Validation of thec for monitoring sedation state in critically ill patients: a prospective observational study. *J Clin Monit Comput* 2023; 37: 147-54. PMID: 35661319
3. Zhao TY, Chen D, Xu ZX, et al. Comparison of bispectral index and Patient State Index as measures of sedation depth during surgeries using remimazolam tosylate. *BMC Anesthesiol* 2023; 23: 208. PMID: 37322424
4. Romagnoli S, Franchi F, Ricci Z. Processed EEG monitoring for anesthesia

and intensive care practice. *Minerva Anesthesiol* 2019; 85: 1219-30. PMID: 31630505

5. 福地 聡子, 久保田 有一. 集中治療における脳波測定のパットフォール. *臨床神経生理学* 2022; 50: 99-106.
6. Kubota Y, Nakamoto H, Egawa S, et al. Continuous EEG monitoring in ICU. *J Intensive Care* 2018; 6: 39. PMID: 30026951
7. 日本集中治療医学会神経集中治療委員会. 神経集中治療に関する現状調査. *日集中治療医誌* 2022; 29: 55-60.
8. 渡邊真麻, 内山壮太, 矢田部智昭. 鎮静度モニタは神経集中に使用できるか. *日集中治療医誌* 2024; 31: 283.
9. Wang X, Yang F, Chen B, et al. Non-convulsive seizures and non-convulsive status epilepticus in neuro-intensive care unit. *Acta Neurol Scand* 2022; 146: 752-60. PMID: 36285875
10. Rasulo FA, Hopkins P, Lobo FA, et al. Processed electroencephalogram-based monitoring to guide sedation in critically ill adult patients: recommendations from an international expert panel-based consensus. *Neurocrit Care* 2023; 38: 296-311. PMID: 35896766
11. Brasil S, Chesnut R, Robba C. Noninvasive neuromonitoring in acute brain injured patients. *Intensive Care Med* 2024; 50: 960-3. PMID: 38630285
12. Kim TY, Hwang SO, Jung WJ, et al. Early neuro-prognostication with the Patient State Index and suppression ratio in post-cardiac arrest patients. *J Crit Care* 2021; 65: 149-55. PMID: 34153738
13. Rasulo FA, Claassen J, Romagnoli S. Broad use of processed EEG: ready for prime time yet? *Intensive Care Med* 2024; 50: 1350-3. PMID: 38809416

12.5a
利益相反 (COI): なし 12.5a
17a/18a