

脳波解析によるけいれん重積型急性脳症と熱性けいれん重積の早期鑑別に関する研究

研究分担者 前垣義弘 鳥取大学 医学部 脳神経小児科 教授
研究協力者 岡西 徹 鳥取大学 医学部 脳神経小児科 准教授
同 大栗聖由 香川県立保健医療大学 保健医療学部臨床検査学科 講師

研究要旨

けいれん重積型（二相性）急性脳症（AESD）と遷延する熱性けいれん（PFS）の発症早期鑑別のために脳波解析を行い、機械学習にて検討した。1. Beta周波数帯における平均鑑別精度が98.6%と最も高値を示した。2. 各周波数帯域を2つ組み合わせた検討については、DeltaとBeta周波数帯域を組み合わせた場合に平均鑑別精度99.3%と最も鑑別精度が高かった。

A. 研究目的

けいれん重積型（二相性）急性脳症（AESD）は、けいれん重積状態で発症することが多く、発症初期には頭部MRIを含めて特異的な検査所見がないため、遷延する熱性けいれん重積（PFS）との鑑別が困難である。本研究では、発症早期のAESDとFSの双極誘導におけるデジタル脳波をコンピュータにて定量的に解析し、発症早期において患者個々を判別する検査法の開発を目的とする。

B. 研究方法

全国8施設からAESD10例とFS10例の発症後48時間以内のデジタル脳波を解析した（年齢9か月～9歳7か月）。1 epoch/10秒の脳波解析結果の頭皮上power分布画像を患者毎に10個作成し、機械学習用データと検証用データとして使用した。学習データと検証用データの比率は85:15としてランダムに使用した。検証はDelta, Theta, Alpha, Beta, Gamma各周波数帯域における鑑別精度を5回測定し、その平均値を結果として使用した。鑑別精度は、（正しく鑑別された検証データ数）/（検証データの総数）の式を用いて算出した。次に、2つの周波数帯域画像を機械学習に組み込んだ場合の鑑別精度についても検討を行った。本研究は香川県立保健医療大学および鳥取大学の倫理審査委員会にて承認を得ている（受付番号：295）

C. 研究結果

1. 各周波数帯域の平均鑑別精度は、Delta周波数帯域84.2%、Theta周波数90.4%、Alpha周波数95.2%、Beta周波数98.6%、Gamma周波数帯域96.6%であり、Beta周波数で最も鑑別精度が高値を示した。
2. 各周波数帯域を2つ組み合わせた検討については、DeltaとBeta周波数帯域を組み合わせた場合に平均鑑別精度99.3%と最も高値を示した。

D. 考察

急性脳症の早期鑑別法として、脳波の有用性が報告されている。その中でも、徐波に重畳する速波成分が認められない場合にAESDの可能性があるという既報告がある。これらの目視による判定は、客観性が乏しく汎化しにくいという課題がある。今回の研究結果から、発症48時間以内のAESDでは、DeltaとBeta周波数帯域の頭皮上power分布画像データを同時に機械学習させることで、急性期におけるAESDの診断補助ツールになり得る可能性が示唆された。今後は症例数を蓄積するとともに、自動鑑別精度の検証を行う。また、救急対応に特化した自動鑑別プログラムを作成するために、脳波計に実装可能なプログラミングを構築したい。

E. 結論

AESDとFSの発症後48時間以内の脳波を解析して画像データを機械学習させることで、新たな早期鑑別ツールを開発できる可能性が示唆された。

F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1) Arai Y, Okanishi T, Kanai S, Nakamura Y, Kawaguchi T, Ohta K, Maegaki Y. Risk Factors of Prehospital Emergency Care for Acute Encephalopathy in Children With Febrile Status Epilepticus. *Pediatr Neurol.* 2023; 147: 95-100.

2) Arai Y, Okanishi T, Kanai S, Nakamura Y, Sunada H, Murakami H, Yamauchi K, Noma H, Maegaki Y. Prediction model for long-term seizure and developmental outcomes among children with infantile epileptic spasms syndrome. *Front Neurol.* 2023 Jul 14;14:1195252. doi: 10.3389/fneur.2023.1195252. eCollection 2023.

3) Oguri M, Okazaki T, Okanishi T, Nishiyama M, Kanai S, Yamada H, Ogo K, Himoto T, Maegaki Y, Fujimoto A. Phase Lag Analysis Scalp Electroencephalography May Predict Seizure Frequencies in Patients with Childhood Epilepsy with Centrottemporal Spikes. *Yonago Acta Med.* 2023; 66(1):48-55.

4) Umeda M, Okanishi T, Ohta K, Muroga C, Maegaki Y. Restricted Diffusion in the Bilateral Subcortical Motor Areas Associated with Status Epilepticus in an Infant with Kawasaki Disease. *Yonago Acta Med.* 2023; 66(4):471-473.

5) Sakuma H, Takanashi JI, Muramatsu K, Kondo H, Shiihara T, Suzuki M, Okanari K, Kasai M, Mitani O, Nakazawa T, Omata T, Shimoda K, Abe Y, Maegaki Y, Murayama K, Murofushi Y, Nagase H, Okumura A, Sakai Y, Tada H, Mizuguchi M; Japanese Pediatric Neuro-COVID-19 Study Group. Severe pediatric acute encephalopathy syndromes related to SARS-CoV-2. *Front Neurosci.* 2023 Feb 27;17:1085082. doi: 10.3389/fnins.2023.1085082. eCollection 2023.

2. 学会発表

(シンポジウム) West 症候群(乳児てんかん性スパズム症候群)への新しいアプローチ 乳児てんかん性スパズム症候群の予後予測を目的とした脳波解析 金井創太郎 大栗聖由, 岡西徹, 前垣義弘 第 65 回小児神経学会学術集会

(セミナー) 脳波の周波数解析とその意義について 脳波解析の方法と実践例 大栗聖由, 岡西徹, 前垣義弘 第 65 回小児神経学会学術集会

MRI 異常のない乳児てんかん性スパズム症候群の治療前脳波検査に対する定量解析を利用した ACTH 療法の効果予測 金井 創太郎(鳥取大学医学部脳神経小児科), 大栗 聖由, 岡西 徹, 宮本 洋輔, 前田 真範, 矢崎 耕太郎, 松浦 隆樹, 戸澤 雄紀, 佐久間 悟, 千代延 友裕, 浜野 晋一郎, 前垣 義弘 第 65 回小児神経学会学術集会

(教育講演) 小児の急性脳症における神経生理 岡西徹 大栗聖由 西山正志 第 53 回日本臨床神経生理学会学術集会

手術前後の腓骨神経障害評価に神経超音波検査が有用であった 1 例 大栗 聖由, 近藤 秀則, 柚木 正敏, 山崎 博輝, 高松 直子, 和泉 唯信 第 53 回日本臨床神経生理学会学術集会

頸椎症性神経根症の障害部位評価に超音波検査を用いた 1 例 大栗 聖由, 高井 一志, 近藤 秀則, 小河 佳織, 樋本 尚志, 柚木 正敏 第 53 回日本臨床神経生理学会学術集会

(ワークショップ) 脳波電極装着判定用シミュレータの開発 大栗聖由 第 17 回 日本臨床検査学教育学会学術大会

(講演) これであなたも検査され上手! —正しい検査の受け方【生理検査編】— 大栗聖由 令和 5 年度公開講座

(シンポジウム) 教育者の立場から 大栗聖由 多田達史 第 46 回香川県医学検査学会

(セミナー) 大栗聖由 神経伝導検査と誘発脳波—pitfall と検査結果の解釈— 大栗聖由 第 20 回小児神経入門講座・第 41 回米子セミナー

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

脳波電極配置訓練用シミュレーションシステム、システム制御装置及びプログラム 大栗聖由 特開2022-043410

2. 実用新案登録

なし