



小児麻酔で脳波モニタリングを用いた麻醉薬濃度の調節で 覚醒後のせん妄や興奮の発症を軽減

東京女子医科大学麻酔科学分野の長坂安子教授は、宮坂清之非常勤講師、鈴木康之臨床卓越教授、Massachusetts General Hospital の Emery N. Brown 教授と共同で特定臨床研究を行い、小児の全身麻酔後に多くみられる合併症である術後せん妄と興奮（Pediatric Anesthesia Emergence Delirium: PAED）について、脳波モニタリングを活用した全身麻酔管理で吸入麻酔薬への曝露を減らすことで PAED の発症も減少させ、覚醒や退室までの時間も短縮できることを示しました。本研究成果は小児領域では最も権威ある米国医師会（American Medical Association: AMA）の機関誌「JAMA Pediatrics」に 2025 年 4 月 21 日付で掲載されました。

Point

- 小児では、全身麻酔から覚める際に異常に落ち着きがなく、暴れてしまったりする「せん妄」や「興奮」といった現象が 3 割程度と高い割合で観察されます。全身麻酔薬の影響であり、麻酔薬への曝露を減量することで予防できる可能性が考えられています。
- 脳波モニタリングを活用して患者に個別最適化された吸入麻酔薬濃度に調節する麻酔管理方法により、以下の通り全身麻酔管理の質的な向上を図ることが可能であることを証明しました。
- 集団平均に基づいて吸入麻酔薬濃度を設定する従来の麻酔管理方法と比較し、
 1. 吸入麻酔薬への曝露量を半量以下に抑えられました。(従来比約 38%)
 2. 術後せん妄と興奮（PAED）の発症率が 14% 減少しました。(35%から 21%へ)
 3. 麻酔からの覚醒と、回復室の滞在時間も大幅に短縮されました。(約 15-20 分の短縮)

I 研究の背景と経緯

主要な麻酔薬は脳神経に抑制的に作用し、意識などの正常な活動を破綻させます。この影響は可逆的なため全身麻酔は安全であると認識されていますが、小児や高齢者などでは一時的とはいえ正常な活動が乱れ、麻酔から覚める際に暴れたり落ち着きがなかつたりする「せん妄」や「興奮」といった異常な脳の状態が頻繁に観察されるため、全身麻酔薬への曝露について患者やご家族に心配をかけることがあります。

一方で、麻酔薬の過少な投与は術中覚醒をはじめ手術の安全に支障を来します。このため、従来は年齢などに応じた集団平均に基づき過半数の患者で過少投与を避けられるような量（1.0MAC や ED50）を上回る用量が基準として慣習的に設定されてきました。この方法では過少投与の心配は少ない反面、多くの患者で必要以上の過剰な量を投与してしまうことになります。

麻酔状態に応じて脳の電気的活動を反映する脳波も変化します。脳波の特徴を観察する脳波モニタリ

ング技術を麻酔管理に活用することで患者毎に必要最小限な投与量を見極め、個別最適化させることができます。本研究は、脳波モニタリングにより適切な麻酔状態を維持しつつ効率的に麻酔薬を投与することで、せん妄や興奮の軽減や、より速やかな覚醒といった全身麻酔管理の質的な向上を図ることが可能となることを小児患者で実証しました。

II 研究の内容

全身麻酔下の手術が予定され、研究への参加について保護者の同意をいただいた 1 歳以上、6 歳未満の小児を 2 群に無作為に 1:1 で割り付けるランダム化比較試験を行いました。コントロール群では吸入麻酔薬セボフルランの維持濃度を集団平均に基づく基準値である 1.0MAC (2.5%) で固定し、脳波ガイド群では脳波モニタリングにより濃度を常時調節し最小限に保つ麻酔管理を行いました。両群とも麻酔中の脳波を記録し、麻酔から覚醒する様子を盲検化された研究者が観察して比較しました。主要評価項目は術後にせん妄や興奮を発症した児 (PAED スコア \geq 10 点) の割合の差です。

研究について説明した 218 名のうち、200 名が研究への参加に同意し、177 例が研究プロトコルを完遂しました。セボフルランへの曝露は脳波ガイド群で平均維持濃度 0.36MAC まで減量され、PAED の発症がコントロール群の 35% と比較して脳波ガイド群は 21% と、約 14% 減少していました。また、脳波ガイド群は覚醒（自分で目を開く）までの時間が 21.4 分少なく、回復室の滞在時間も 16.5 分短くなっていました。

III 今後の展開

麻酔薬は多すぎても、少なすぎても不都合があります。どちらかというと多めに投与することが慣習的でしたが、脳への負担を伴うことがありました。脳波モニタリングにより過剰な投与を避けつつ必要十分な「脳に優しい」麻酔を提供する技術は小児麻酔に限らず、脳機能が麻酔薬の影響を受けやすい高齢者などへの応用も期待され、麻酔管理で大きな質的な改善を見込めると考えています。

脳波データは情報量が多く、訓練された麻酔科医でも目視で解釈できる特徴には限界があります。AI 技術を応用して人間の目では気づけないような脳波の特徴を捉えることで、せん妄や興奮の発症を予測したりする研究を今後予定しています。

【お問い合わせ先】

長坂 安子（ナガサカ ヤスコ）

東京女子医科大学 医学部 麻酔科学分野 教授

〒162-8666 東京都新宿区河田町 8-1

Tel : 03-3353-8111

E-mail : nagasaka.yasuko@tamu.ac.jp