

論文和文概要

(2000字程度)

報告番号	甲 第 31 号	氏 名	佐々木 圭輔
------	----------	-----	--------

医療機器の操作・管理を担当する臨床工学技士は、脳外科手術や整形外科手術において術中神経モニタリングと呼ばれる業務を担当する。この業務は術中に脳神経機能をモニタすることによって、神経損傷を回避したり脳神経を同定したりする目的で実施される。術中神経モニタリングの主なものに、運動誘発電位 (MEP)、体性感覚誘発電位 (SEP)、聴性脳幹反応 (ABR) などがある。その中でも MEP で得られる波形は手術操作以外の様々な要因によって変動する。同一条件下で導出した MEP でも振幅が不安定で変動することが報告されており、偽陽性を生じる原因となっている。そのために神経機能の評価がばらつき、患者の予後に影響を及ぼしている。しかし、この問題を解決する有効なガイドラインや規定などは未だ策定されておらず、各施設の判断に委ねられている。そこで、神経機能評価のばらつきの原因となる MEP 振幅の変動を抑制できれば、術中合併症の回避に寄与し、手術成績の向上に貢献できると考えた。

術中 MEP での刺激方法として電気刺激が用いられるが、全身麻酔下で実施されるため患者は苦痛を感じない。本研究において覚醒下の被験者で検証するにあたり、電気刺激を用いることは苦痛を与えるため適さない。そこで、リハビリテーションやうつ病治療などに適用がある経頭蓋磁気刺激 (TMS) は、コイルによる磁気刺激のため低侵襲かつ安全性が高く覚醒下での使用に適すること、また大脳皮質一次運動野 (M1) へ TMS を与えると、末梢筋から MEP を誘発することができることから、本研究の刺激方法として TMS を採用した。刺激部位が M1 であることから刺激直前の脳電位の状態に着目し、脳電位と MEP 振幅の変動との相関についての検証をおこない、術中 MEP への応用につながる MEP 変動抑制システムの開発を目的とした (序論)。

まず、本研究で MEP の変動を検証する TMS システムの開発をおこなった。等間隔で TMS を与える場合の脳電位の変化による MEP への影響を取り除くため、脳電位が特定の状態の時に TMS を与えて MEP を誘発できるシステムを構築した。脳電位の相似性を指標とした脳波コヒーレンス解析を用いて、指定した脳の状態になったタイミングでトリガを送り、TMS が出力されることを確認した (2章)。

次に、開発した TMS システムを使用するにあたり、被験者の開眼・閉眼の違いによる MEP の変動の比較をおこない、システム使用時の被験者の状態を決定した。安静閉眼状態より安静開眼状態で MEP を誘発した場合に、測定条件が定常化されることで MEP 振幅の変動が抑制されることを確認した (3章)。

安静開眼状態で、TMS システムを用いたランダム間隔の刺激により MEP を誘発させ、得られたデータから MEP の変動抑制に寄与する刺激時の条件を調査した。その結果、安静開眼状態で誘発された MEP 振幅の変動はトリガ閾値を厳しくすると抑制されやすく、コヒーレンス値の高さが関与する可能性を示した (4章)。

実際に TMS システムをオンラインで用いて、MEP 振幅の変動抑制に有用であるか否かを検証した。安静開眼状態で検証した結果、トリガ閾値であるコヒーレンスについて α 波を低値かつ β 波を高値に設定した場合に、MEP 振幅の変動が減少傾向を示した (5章)。

しかし、トリガ閾値次第では測定時間が長くなるため、被験者の状態の変化などにより得られる MEP データの精度が低下している可能性が考えられた。そこで、TMS システムにトリガ閾値を自動変更できる機能を追加したフィードバック型 TMS システムをオンラインで用いて、MEP 振幅の変動抑制に有用であるか否かを検証した。その結果、安静開眼状態で β 波のコヒーレンスを高値に設定した場合に、各刺激に要する実験時間を制御し、かつ MEP 振幅の変動を抑制するシステムとしての有用性を示した。術中 MEP への応用を想定した場合、本システムは測定時間の非効率な延長を避けることで被験者の状態を安定させ、かつ MEP 振幅の変動を抑制し、神経機能評価の精度向上に寄与しうる (6章)。