

論 文 内 容 要 旨

Application of Compound Action Potential of
Facial Muscles Evoked by Transcranial
Stimulation as a Reference Waveform of
Motor-evoked Potential in Spinal Surgery

(脊椎脊髄手術における運動誘発電位の基準波形と
しての経頭蓋刺激顔面筋活動電位)

Hiroshima Journal of Medical Sciences, in press.

主指導教員：栗栖 薫教授

(応用生命科学部門 脳神経外科学)

副指導教員：杉山 一彦教授

(広島大学病院 がん化学療法科学)

副指導教員：井川 房夫准教授

(応用生命科学部門 脳神経外科学)

森重 水貴

(医歯薬学総合研究科 創生医科学専攻)

【緒言】

術中運動機能モニタリングとして、脳神経外科手術において経頭蓋電気刺激運動誘発電位 (transcranial electrical stimulation-motor-evoked potential: TES-MEP) が広く用いられている。しかし、脊椎脊髄手術時のモニタリングに関しては、TES-MEP 波形は麻酔薬および筋弛緩剤のみならず、手術操作の影響を受ける可能性がある。術中運動機能を正確にモニタリングするには手術操作以外の要因による振幅変化を補正する技術が必要となる。基準波形として末梢神経である正中神経刺激によって誘発される短母指外転筋複合筋活動電位 (compound muscle action potentials of the abductor pollicis brevis: APB-CMAP) を用いる振幅補正技術が報告されている。しかし、APB-CMAP は末梢神経刺激由来の誘発電位であり、運動皮質刺激によって誘発される TES-MEP と起源が異なるため、本来は運動皮質刺激で誘発される電位を基準波形として用いるべきである。我々は APB-CMAP に代わる基準波形として TES-MEP と同様に運動皮質刺激由来の電位である経頭蓋刺激顔面筋運動誘発電位 (transcranial electrical stimulation-motor-evoked potential of facial muscles: TES-FMEP) を用いた振幅補正技術を考案した。

【方法】

広島大学病院脳神経外科にて 2009 年 9 月から 2015 年 1 月の期間に脊椎脊髄手術を行った 64 例 (頸椎 42 例、胸椎 3 例、腰椎 19 例) の患者に対し、TES-MEP モニタリングを実施した。全例、筋弛緩薬を麻酔導入時のみ使用し、麻酔維持はプロポフォールとレミフェンタニルによる完全静脈麻酔とした。TES-MEP および TES-FMEP は国際 10/20 法の C3 および C4 の前方 2cm に経皮的に設置した針電極で行った。TES-FMEP は口輪筋に設置した表面電極から記録した。APB-CMAP は手関節部の正中神経上に設置した表面電極から刺激を行い、短母指外転筋の表面電極から記録した。TES-FMEP および APB-CMAP を基準波形として TES-MEP の補正を行い、比較検討を行った。TES-MEP の振幅変化率を TES-FMEP と APB-CMAP それぞれの振幅変化率で除算し、補正を行った。術後、一過性症状を含めて徒手筋力検査で 1 段階以上の減少を認めた場合、運動障害の陽性症例と判断した。TES-FMEP および APB-CMAP による補正後振幅変化率と未補正振幅変化率の 3 群のデータを SPSS 16.0 J を用いて Tukey's の HSD 検定で比較分析した。統計的有意性は $p < 0.05$ として測定し、二元配置反復測定分散分析と Student's の t 検定を用いて評価した。偽陽性率は $FPR = 1 - \text{特異度}$ で算出した。

【結果】

64 例 300 筋で TES-MEP、TES-FMEP、APB-CMAP を測定し、すべて記録可能であった。TES-FMEP と APB-CMAP 間に、術前後振幅変化率、術中の経時変化率いずれも有意差は認めなかった。脊髄内腫瘍症例の 1 例に術後一過性の対麻痺を認めた。運動機能障害を予測するカットオフ値を手術開始時と比較した TES-MEP 振幅の 80% 減少時に設定した場合の特異度は未補正時が 87.3%、APB-CMAP 補正時が 84.1% に対して TES-FMEP 補正時が 90.5% で最も高値を示した。偽陽性率は未補正時が 12.7%、APB-CMAP 補正時が 15.9% に対して TES-FMEP 補正時が 9.5% と最も低値を示した。

【考察】

運動機能モニタリングである TES-MEP は、麻酔薬や筋弛緩薬を強く受ける波形であり、正確な評価には補正技術が必要である。APB-CMAP を用いた補正は技術的に容易であるが、末梢神経由来の電位であり TES-MEP の起源と異なる。また、重篤な脊髄障害により上肢の筋萎縮や軸索変性を来している場合、筋弛緩薬の有無にかかわらず APB-CMAP 波形は不安定である可能性がある。TES-FMEP は TES-MEP 同様に運動皮質刺激に由来する電位であり原疾患である脊椎脊髄病変や術中操作の影響を受けない。術前後の振幅変化率や術中挙動に関し、TES-FMEP と APB-CMAP 間に変化はなく、APB-CMAP と同様の基準波形として TES-FMEP は使用可能である。さらに、TES-FMEP は APB-CMAP と比較して、高い特異度、低い偽陽性率を示した。TES-FMEP を基準波形とした TES-MEP の補正は脊椎脊髄手術における術中運動機能モニタリングに最適な方法と考える。

【結語】

我々は脊椎脊髄手術における術中 TES-MEP 補正の基準波形として TES-FMEP を提唱する。