

視覚誘発電位の術中モニタリング精度を飛躍的に向上させる 新規 VEP パッドの開発

[1] 組織

代表者：井上 貴雄

(山口大学医学部脳神経外科)

対応者：庭山 雅嗣

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

[2] 研究経過

本研究の目的は、脳神経外科手術における術中モニタリングの1つである視覚誘発電位の評価精度を向上させる光刺激パッド (VEP パッド) を開発することである。視覚誘発電位は、術後の失明などの重篤な合併症の発生を回避するために行われる術中モニタリングの1つであり、患者網膜へ閃光刺激を呈示することで後頭部に誘発電位を発生させる視覚経路の機能評価法である。

本プロジェクトは、本年度が初年度であった。本研究では、既存の VEP パッドでは実現困難と考えられてきたパターンリバーサル刺激法や半側視野刺激法といった刺激方法を術中でも実現すべく、その刺激方法を達成可能な、新規 VEP パッドの試作と光学シミュレーションによるパッド構造の最適化を実施し、術中 VEP の精度向上に繋げる。

以下、研究活動状況の概要を記す。

次のような日程で、共同研究における試作プロトタイプの打ち合わせを行った。

日時：7/23-7/24、9/16

場所：静岡大学電子工学研究所

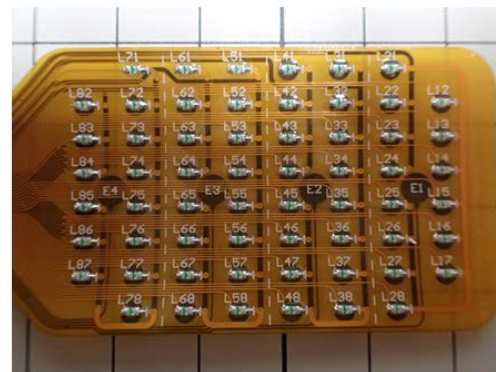
[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

フレキシブル回路基板上に多数の LED を格子状に実装したフレキシブルプリント回路基板を設計した。具体的には、1.6 x 0.8 x 0.8 mm の表面実装用赤色LEDをリバースマウントできるようにLED実装部分直下に穴を設け、また拡散する光を集光するためのドーナツ型集光板を発光面の LED 周辺に設け

ることとした。さらに、網膜電位を計測するための ERG 電極を発光面に4つ設けている。網膜位置の検出、チェッカーボードパターンリバーサル刺激などの複雑な投光パターンを実現するために、60個のLEDを55x33mmのフレキシブル基板上に高密度実装する設計とした。



VEPパッド表面全体

(a)



VEPパッド裏面全体

(b)



(c)

図1 フレキシブル VEP 刺激パッド。(a)表面、(b)裏面、(c)実装された LED



図2 VEP 駆動回路

この基板パターンをもとに、図1に示すフレキシブル VEP 刺激パッドを試作した。LED はリバースマウントした上でハンダ実装している。また、図2のような試作 VEP パッド上の LED を駆動する回路を試作した。この回路は DIP スイッチで LED の点灯を個々に制御する形をとり、さらに LED 駆動電流を PWM 変調し、そのデューティサイクルを調整することにより LED の輝度調整を実現している。

これらの試作デバイスを用いて、山口大学の臨床研究倫理委員会の許諾の下、術中 VEP モニタリングを実施した。開発したパッドを実際に様子している様子を図2に示す。試験の結果、ユニークメディカル社製の刺激パッドに比べて高い振幅の VEP を安定的に計測することに成功した。

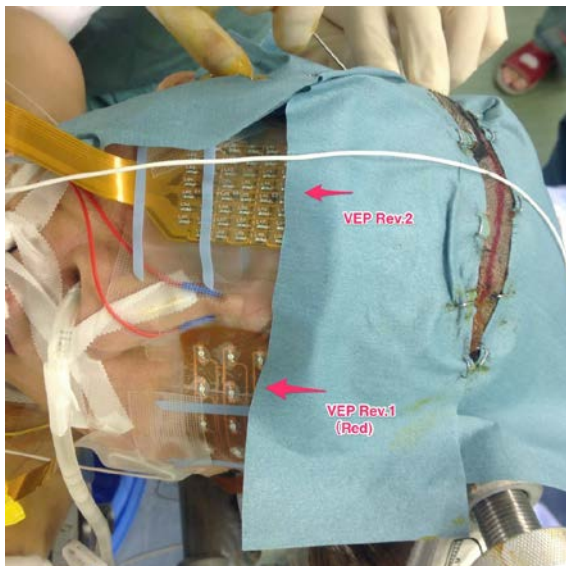


図3 臨床現場における VEP パッドの使用

(3-2) 波及効果と発展性など

術中モニタリングの中でも、VEP は技術的難易度が最も高く、SEP, MEP, ABR といった他のモニタリング手法と比較して術中適用する施設の拡大は遅

れている。提案手法はこの難易度を改善でき、術中 VEP 計測の普及に多に寄与する。その結果、多くの脳神経外科手術で視覚異常を未然に防ぐ事につながり、手術に対する患者不安の払拭や QoL 維持といった効果・貢献は非常に大きい。本研究で開発を進める VEP パッドは、大最生産により、単回使用可能 (ディスポーザブル) な程度まで単価を引き下げることが可能である。一方で、VEP パッド自体は、柔軟性と高い引き裂き強度を併せ持つポリイミドを使用するため、リユースとしての使用にも耐えうる性能を有している。したがって、単回使用からリユースまで、各医療機関における使用方針に合わせた柔軟な選択を可能にする。なお、本研究の VEP パッドは、合わせて試作する変換回路基板を用いることで、刺激装置本体を選ばない。日本光電、ユニークメディカル、Nicolet 社等の医療用神経機能モニタリング装置を有する医療機関であれば、機器付属のゴーグルやパッドを、本デバイスと制御基板に置き換えるだけで VEP モニタリングを実施できる。

半側視野刺激やパターンリバーサル刺激が術中モニタリングで実施可能となれば、フラッシュ刺激法では限界のあった、視神経の脱髄性炎症や視神経炎のような病態診断から病巣部位の詳細な診断まで可能となり、患者の視力を最大限維持することができるだけでなく、術後合併症に対する術者のストレス軽減にもつながり、極めて高い臨床効果が期待できる。

[4] 研究成果

(1) Nomura S, Fujii M, Inoue T, He Y, Maruta Y, Koizumi H, Suehiro E, Imoto H, Ishihara H, Oka F, Matsumoto M, Owada Y, Yamakawa T, Suzuki M, Changes in glutamate concentration, glucose metabolism, and cerebral blood flow during focal brain cooling of the epileptogenic cortex in humans, *Epilepsia*, 55, 770-776, 2014

出張報告

氏名：井上 貴雄
所属：山口大学医学部
用務先：静岡大学電子工学研究所・庭山研究室
主たる対応者：庭山 雅嗣

期間	用務内容
7/23—7/24	共同研究プロジェクトによる試作デバイスに関する打ち合わせ
9/16	共同研究プロジェクトによる試作デバイスに関する打ち合わせ