

論文内容の要旨

博士論文題目

人工視覚システム安全性評価のための長期記録系と刺激電極の 電気化学特性解析に関する研究

氏 名 桑原 真理子

(論文内容の要旨)

本論文は、人工視覚システムにおいて、長期間の誘発電位記録が可能な埋植記録電極を開発し、吸入麻酔を用いた誘発電位の長期記録系を確立することを目的とし、また刺激電極の *in vivo* の電気化学的特性を評価し、動物実験によらない安全指標の確立を目指したものである。

動物を用いた大脳誘発電位計測では、記録電極として金属ネジ電極が一般的に用いられる。しかし、鋭利な電極先端が脳組織の損傷をきたし、長期間の誘発電位記録は困難であった。そこで、表面が円滑で周辺組織を傷つけにくい白金球の電極を開発した。開発した記録電極を用い、長期間の覚誘発電位 (VEP: Visual evoked potential) の記録を行った結果、48 週間に渡る VEP 記録を実現し、48 週後の電気誘発電位 (EEP: Electrical evoked potential) 記録も可能であった。電極インピーダンスおよび、等価回路解析による電極界面特性も一定であり、電気化学的にも安定した特性が確認できた。

誘発電位の長期間記録による電気刺激の安全性評価には、麻酔深度の制御が容易な麻酔法が必要である。イソフルラン麻酔より安全と言われているセボフルラン麻酔が人工視覚システムの VEP による安全性評価においてイソフルラン麻酔の代替と成り得るか、両麻酔下での VEP を比較した。その結果、誘発電位の長期記録において、セボフルラン麻酔の使用で安全に繰り返し麻酔が実施でき、セボフルランはイソフルランの代替に成り得ることが確認できた。開発した記録電極とセボフルラン麻酔を用いることにより、より安全かつ確実な人工視覚システムの長期安全性評価系を確立した。

人工視覚システムの安全性評価として電気刺激が刺激電極界面特性へ及ぼす影響について電気化学的側面から検討した。1 ヶ月の慢性通電を行い、通電した電極と無通電の電極の電極界面の電気化学的特性を等価回路により解析し、刺激電流によって電極界面のタンパク質が脱離する可能性を示唆した。

以上の結果から *in vivo* における刺激電極特性を把握し、動物実験による安全性評価と対比させることにより、動物実験を用いない安全性の指標の確立が期待できる。さらに、人工視覚システムだけでなく神経インターフェースを使用する機器の刺激電極開発に大きく寄与し、サイバネティクス技術を利用した医療機器開発が更に進むことが期待される。

氏名	桑原 真理子
----	--------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、人工視覚システムにおいて、長期間の誘発電位記録が可能な埋植記録電極を開発し、吸入麻酔を用いた誘発電位の長期記録系を確立することを目的とし、また刺激電極の *in vivo* の電気化学的特性を評価し、動物実験によらない安全指標の確立を目指したものである。

動物を用いた大脳誘発電位計測では、記録電極として金属ネジ電極が一般的に用いられる。しかし、鋭利な電極先端が脳組織の損傷をきたし、長期間の誘発電位記録は困難であった。そこで、表面が円滑で周辺組織を傷つけにくい白金球の電極を開発した。開発した記録電極を用い、長期間の覚誘発電位 (VEP: Visual evoked potential) の記録を行った結果、48 週間に渡る VEP 記録を実現し、48 週後の電気誘発電位 (EEP: Electrical evoked potential) 記録も可能であった。電極インピーダンスおよび、等価回路解析による電極界面特性も一定であり、電気化学的にも安定した特性が確認できた。

誘発電位の長期間記録による電気刺激の安全性評価には、麻酔深度の制御が容易な麻酔法が必要である。イソフルラン麻酔より安全と言われているセボフルラン麻酔が人工視覚システムの VEP による安全性評価においてイソフルラン麻酔の代替と成り得るか、両麻酔下での VEP を比較した。その結果、誘発電位の長期記録において、セボフルラン麻酔の使用で安全に繰り返し麻酔が実施でき、セボフルランはイソフルランの代替に成り得ることが確認できた。開発した記録電極とセボフルラン麻酔を用いることにより、より安全かつ確実な人工視覚システムの長期安全性評価系を確立した。

人工視覚システムの安全性評価として電気刺激が刺激電極界面特性へ及ぼす影響について電気化学的側面から検討した。1ヶ月の慢性通電を行い、通電した電極と無通電の電極の電極界面の電気化学的特性を等価回路により解析し、刺激電流によって電極界面のタンパク質が脱離する可能性を示唆した。

以上のように、*in vivo* における刺激電極特性を把握し、動物実験による安全性評価と対比させることにより、動物実験を用いない安全性の指標の確立が期待できる。さらに、人工視覚システムだけでなく神経インターフェースを使用する機器の刺激電極開発に大きく寄与し、サイバネティクス技術を利用した医療機器開発が更に進むことが期待される。

その成果は、学術的に新しい知見を見出していると判断され、審査委員一同は、本論文が博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認めた。