

論文内容要旨

論文題目

脳神経外科手術における RGB カメラによる術中リアルタイム脳組織酸素飽和度イメージングシステムの開発

責任講座： 脳神経外科学 講座

氏 名： 佐藤 慎 治

【内容要旨】 (1,200 字以内)

【背景】

脳神経外科手術の際に電気生理学的手法を主体としたモニタリングを行い周術期合併症低減に努めているが、評価可能な神経機能は限られる。これまで脳表温度変化や脳組織酸素飽和度 (StO₂ (%)) 測定などにより脳の生存能 (viability) を観察する手法が報告されているが、観察範囲が狭く、汎用性の問題もあり、十分なモニタリング法とはいえない。術中に非接触かつ広範囲に、リアルタイムに StO₂ による viability 評価ができれば、周術期合併症を更に低減する可能性がある。

【目的と方法】

本研究は東京農工大学との共同研究で開発した、RGB カメラで得た分光反射率画像から R (red)、G (green)、B (blue) それぞれの拡散反射スペクトルを作成、算出された応答値から重回帰分析による酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度の推定に基づく StO₂ を二次元イメージング化する方法を用いた、リアルタイム脳組織酸素飽和度イメージングシステムを開発することを目的とした。本法は、手術顕微鏡に専用の小型 RGB CCD カメラを装着するだけで可能であり、汎用性が高く手術操作に影響を与えない方法である。

【対象と検討項目】

2019 年 8 月から 2020 年 10 月に当科で全身麻酔下開頭手術を行った脳血管疾患 22 例を対象とした。検討項目は RGB カメラによる術中リアルタイム StO₂ 測定、比較として接触型光プローブを用いた StO₂ 測定、脳神経外科手術操作時における StO₂ 変化とその有用性である。

【結果】

本法による有害事象は認めなかった。StO₂ は本法の平均値は 73.9%、接触型光プローブの平均値は 60.6%で、本法が有意に高値であった ($p < 0.01$)。血行再建術後 6 例、脳主幹動脈一時遮断 6 例において、本法での StO₂ 変化の観察の結果、血行再建術後 StO₂ は平均 11.9%上昇し、術後の過灌流症候群は 1/6 例に認めた。脳主幹動脈一時遮断では StO₂ は 2/6 例で低下、うち 1 例では同一術野で血管支配領域の差異を StO₂ 低下として捉えることが可能であった。

【結論】

脳表には主幹動脈が走行しており、それに応じて脳表ほど StO₂ が高いと考えられる。脳表からの測定深度は本法が 0.5-1mm、接触型光プローブが 2-3mm であり、測定原理からも本法の StO₂ が高値を示すことは妥当である。脳神経外科手術における有用性は、血行再建術後の StO₂ 上昇を捉えることで、吻合血管の開存を確認でき、更に術後過灌流症候群が推定可能となりうる。脳主幹動脈遮断時の StO₂ 変化により脳の viability 評価も可能である。本法は非接触型の StO₂ 測定法であり汎用性が高く、他科手術や在宅医療、介護への応用も可能である。本研究で脳神経外科手術における RGB カメラによる術中リアルタイム脳組織酸素飽和度イメージングシステムは有用であることを初めて明らかにした。

令和 3年 1月 13日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

学位論文審査結果報告書

申請者氏名： 佐藤 慎治

論文題目： 脳神経外科手術における RGB カメラによる術中リアルタイム脳組織酸素飽和度
イメージングシステムの開発

審査委員：主審査委員 岩井 岳夫

副審査委員 川前 金幸

副審査委員 大谷 浩一



審査終了日：令和 3年 1月 12日

【 論 文 審 査 結 果 要 旨 】

本研究は、市販の安価なCCDカメラを利用して、脳神経外科手術中の患者の脳組織における酸素飽和度を二次元的にリアルタイムに評価できるイメージングシステムを開発し、世界で初めてヒトの脳神経外科手術22例に適用して有用性を示したもので、研究の新規性および今後の脳神経外科手術への貢献の可能性という点において、十分学位に値するものと認める。

ただし、審査においては各委員から以下の点を指摘され、これらに対応するよう求められた。

- 英文で記載された要約における英語表現に改善の余地があるので、ネイティブチェックをかけて修正すること。
- 論文題目が和文と英文で一致していないので、一致させること。
- 測定原理の説明が不足しているので、追加して記載すること。
- 接触型光プローブの計測精度について記載すること。
- 図3Aの計測器の説明が上下逆になっているので修正すること。
- ヒトでの初めての適用例であることを成果として強調すること。

以上の結果から、本申請の論文は、上記の指摘を追加・修正することを条件に学位に値することを認める。