

令和 6 年 5 月 14 日現在

機関番号：33916

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K09140

研究課題名(和文) インドシアニングリーンを用いた脳脊髄腫瘍の術中蛍光診断の確立と治療技術の開発

研究課題名(英文) Establishment of Intraoperative Fluorescence Diagnosis and Development of Therapeutic Techniques for Brain and Spinal Tumors Using Indocyanine Green

研究代表者

武藤 淳 (Muto, Jun)

藤田医科大学・医学部・准教授

研究者番号：30383839

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：インドシアニンググリーン(ICG)を用いた脳脊髄腫瘍の術中蛍光診断法を各病理型に応じた確立した。手術前24時間に5.0mg/kgのICGを静脈注射しSecond Window ICGを用いて悪性神経膠腫と転移性脳腫瘍の患者に適用。さらに、Delayed Window ICG(DWIG)を開発し、ICGを手術1時間以上前に0.5-1.5mg/kg投与し、様々な脳腫瘍の患者に試した。MRIでのガドリニウム造影強度がICGの蛍光発光を予測可能であり、ICGの蛍光診断が有用である事を示した。ICGの蓄積機構として脳血管の透過性の関与を明らかにした。複数の脳腫瘍に適用可能なICG術中蛍光診断法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インドシアニンググリーンを用いて、脳脊髄腫瘍を、脳神経外科手術中に可視化する術中蛍光造影のプロトコルを確立した。適応は5 ALAが悪性神経膠腫のみに対し、良性腫瘍、悪性腫瘍を含む、MRIで造影される脳脊髄腫瘍に適用できることを確認した。方法は既報のsecond windowを改良して、観察1時間前に0.5-1.5Mg/kg投与するdelayed window テクニックを世界初で開発し報告した。手術中に腫瘍局在をリアルタイムに確認できることは安全性を向上し、腫瘍摘出率の改善に貢献する。この技術で診断は確立したので、治療に結びつけるべく研究を進めている

研究成果の概要(英文)：We developed techniques for intraoperative fluorescence diagnosis of various brain and spinal tumors using Indocyanine Green (ICG). Patients were administered ICG (5.0 mg/kg) 24 hours before surgery. Using the Second Window ICG Technique, we observed fluorescence in tumors. We also developed the Delayed Window ICG Technique (DWIG), where 0.5-1.5 mg/kg of ICG was administered at least one hour before observation, and applied this to 250 patients. No significant difference in effectiveness was found between SWIG and DWIG. The intensity of ICG fluorescence correlated with gadolinium enhancement on MRI, supporting the utility of ICG imaging in tumors that show enhancement with gadolinium. Further, permeability characteristics indicated by Dynamic Contrast Enhanced Perfusion MRI were associated with ICG retention and tumor fluorescence. These findings demonstrate the applicability and effectiveness of tumor-specific ICG fluorescence imaging techniques for brain and spinal tumors.

研究分野：脳腫瘍

キーワード：インドシアニンググリーン 術中蛍光造影 ドラッグデリバリーシステム 脳脊髄腫瘍 蛍光ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

脳腫瘍は、悪性腫瘍の場合、残存病変からの再発が予後の決定因子となる。しかし周囲の神経組織と腫瘍組織の肉眼的な区別は困難であり、中枢神経系の性質上拡大切除も不可能であるため、遺残病変を完全に除去することは困難であった。そこで腫瘍細胞の可視化の研究が進められ、神経膠腫における 5-ALA の臨床応用は脳神経外科領域におけるブレイクスルーであった。しかし、5-ALA が適応とされているのは悪性神経膠腫のみであり、他の脳腫瘍では従来のように経験に基づく切除に依存せざるを得なかった。我々は脳脊髄腫瘍においても腫瘍に異常血管が豊富であることから、5-ALA とは異なるメカニズムである EPR 効果を用いた蛍光診断法の開発を目指し、消化器系腫瘍で蛍光診断法に利用されてきた ICG に着目した。ICG は、分子量 775 の水溶性色素でそれ自体は発光しないが、静脈投与すると生体内で血漿蛋白(Beta-Lipoprotein や Albumin)と結合し、近赤外域蛍光を放出する。ICG が有する波長領域は、ヘモグロビンや水などの干渉を受けにくく、また自家蛍光の影響を受けにくいいため、バックグラウンドとの S/N 比が高いイメージングが可能であり、また、深部からの情報が減衰しにくいいため、表面より約 10mm 深の病変、血管、リンパ管などの生体深部構造を可視化することが可能である。ICG は古典的には肝機能評価法で用いられており、副作用は極めて少ない。従来肝臓で速やかに代謝、除去されると考えられてきた ICG は血管構造の破綻やリンパドレナージシステムの損傷などによって血管透過性が亢進する EPR 効果により、種々の腫瘍において残存し、蛍光マーカーとして利用可能であることが報告された(Maeda H et al., *J. controlled release* 2000)。実際には患者に対し従来の使用量よりも多量である 5mg/kg で投与し、正常な代謝が終了した 24 時間後に”second window”期にある組織からの蛍光を観察することで、腫瘍に蓄積した ICG の蛍光を観察する。しかし、ICG の特徴として一定濃度以上になると逆に蛍光強度が減弱する Quenching 現象が見られるため、脳脊髄腫瘍に用いるには投与量の最適化が必要である。そこで、我々は ICG の投与量、投与時期、さらには腫瘍型による差異を含めた条件を検討し、脳脊髄腫瘍の新規術中蛍光診断法を開発する。

2. 研究の目的

本研究の目的は ICG による脳脊髄腫瘍の術中蛍光診断法の開発である。本研究により、これまで 5-ALA による悪性神経膠腫の術中蛍光診断のみであった脳神経外科分野において新たなブレイクスルーを起こし、神経膠腫や転移性脳腫瘍を含む悪性腫瘍、髄膜腫、下垂体腺腫、脊髄腫瘍等様々な中枢神経系腫瘍における術中蛍光診断が可能となる。また ICG は古典的に使用されており、安全性が高く価格も非常に安価(572 円/vial)であることから、汎用性が極めて高い。また神経内視鏡にも ICG を励起できる近赤外光照射光源が搭載されている機種が多く、特殊な検出系が必要な 5-ALA に比較して、臨床応用が非常に容易である。一方で、腫瘍ごとの ICG 投与量の違いや投与時間の違いなど未知の因子も存在するため、本研究を通して本邦における標準投与法を決定する。ICG はこれまでも消化器系悪性腫瘍やリンパ節転移のイメージングに使用されてきたが、脳脊髄腫瘍への応用については報告が

ない。我々は既に特定臨床研究を開始しており、既に 84 例の脳脊髄腫瘍患者への投与を行い、その安全性と有用性を確認していることから、独創性が高い手法であると考えている。

3. 研究の方法

ICG による脳脊髄腫瘍蛍光診断法の確立

我々は既に特定臨床研究として 84 例の脳脊髄腫瘍患者へ ICG を投与し、蛍光診断法としての有用性を検討してきた。しかし、基礎実験から従来適当と考えられてきた全例 5mg/kg の投与量は過剰であり、十分な S/N 比が得られないことから、それぞれの腫瘍型の蛍光診断に適した投与条件を決定する。特に、投与量、投与時間、病理型ごとの違いに着目し、至適な投与量、投与期間を決定する。また、ICG の取り込みについて、腫瘍の病理型、腫瘍細胞の割合、異常血管の割合等を病理標本と比較し、感度と特異度を解析する。さらに、MRI や CT 等の画像診断と ICG による蛍光を比較し、MRI における CBF、CBV など血流、permeability による血管透過性や、病変検出限界などを比較し、ICG の優位性を証明する。

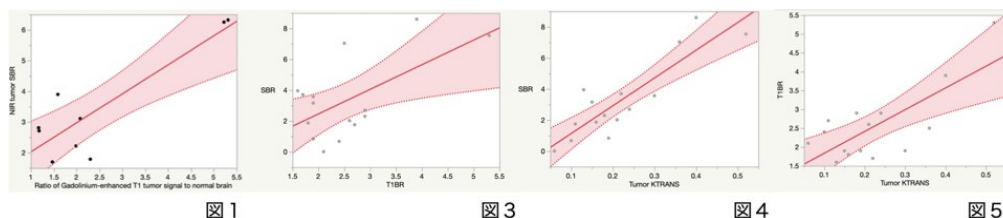
4. 研究成果

2019 年 11 月から特定臨床研究で、「インドシアニングリーンおよび近赤外線レーザーを用いた術中脳脊髄腫瘍蛍光診断の有用性の検討」(JRCTs041190064)を開始し、2023 年 9 月までに約 240 例の脳脊髄腫瘍に対して行っている。インドシアニンググリーンを術前日の観察 24 時間前に、生態安全上限量の 5.0 mg/kg を投与し、観察を行う second window ICG テクニック(SWIG)を利用し、有用性を転移性脳腫瘍で報告した。(Muto J, Neurosurg Focus 2021 IF4.0)その後、量と投与タイミングを調整し、簡略化した結果、観察1時間前に 0.5-1.5mg/kg を投与し観察する **Delayed window ICG テクニック(DWIG)を開発した**。その方法にて、脊髄神経鞘腫(Muto J, Neurosurg Focus 2022 IF4.0) 髄膜腫(Muto J, Front Neurosci 2022 IF4.5)下垂体腺腫(Muto J, World Neurosurg 2023 IF2.21)について報告した。

転移性脳腫瘍

5.0 mg/kg を手術 24 時間前に点滴投与する SWIG 法を転移性脳腫瘍 10 例に行った。血液透析患者を除き、すべての腫瘍に術前 Gd 強調 MRI を施行し、血液透析患者の 1 例を除き、すべての腫瘍が Gd で造影された。最大平均腫瘍径は 45.0 ± 14.1 mm であった。手術中に転移性腫瘍からの ICG 近赤外蛍光を全例で確認することができた。蛍光発光値は相対値である。正常脳の発光値を基準として、腫瘍の発光値を Signal to Background Ratio(SBR)と定義した。また MRI もガドリニウム(Gd)造影にて、正常脳白質の値を基準とした時の、Gd 造影の輝度値を Ratio of Gadolinium-enhanced T1 Tumor Signal to Normal Brain(T1BR)と定義して、解析を行った。顕微鏡を介した SWIG では、腫瘍からの蛍光発光の存在、そして、蛍光発光はすべての患者で腫瘍に局限していることを確認した。脳表面からの平均 SBR は 1.82 ± 1.30 だったのに対し、腫瘍自体からの平均 SBR は 3.35 ± 1.76 であり、全例で転移性腫瘍は、周囲の脳実質よりも強い近赤外線発光を生じていた。脳表面からの SBR は腫瘍自体からの SBR の 64%であった。ICG の 820nm の波長は水やヘモグロビンの波長とずれており、干渉されないために、正常脳や脊髄を透過するという特徴がある。T1-Gd 強調 MRI における脳表面から腫瘍の最外周までの深さは 10.56 ± 6.74 mm(0-20)であり、最も深い深さ 20 mm の腫瘍は脳表面からも蛍光観察することができた。腫瘍の脳表面からの SBR と脳表面からの深さに対する線形回帰分析は統計学的有意差を認めた。(P=0.042) また、ICG 投与から手術までの平均時間は 21.1 ± 1.7 時間であり、腫瘍

からの SBR と ICG 注入からの時間に対する線形回帰分析は有意差を示さず ($P=0.21$)、近赤外線光では切除後の残存腫瘍からの蛍光発光は確認されなかった。さらに、術後 MRI でも残存増強病変は検出されなかった。術前 MRI の Gd 増強から蛍光発光の強度を予測することができるという報告があることから、術前の MRI 所見と近赤外信号の関係を検討した。MRI の T1-Gd 造影部位と正常白質の比(T1BR)の平均は 2.43 ± 1.77 であった。T1BR と SBR の関係を線形回帰分析にて評価したところ、腫瘍の蛍光発光と MRI の Gd 造影の輝度は比例関係を認めた(図 1)。治療後、血液学的検査結果、身体所見、神経学的所見では、5mg/kg ICG 投与後3ヶ月間、副作用は認められなかった。



代表例を図 2 に示す。術前の造影 MRI では左後頭葉に嚢胞性腫瘍を認めた。(図 2A) 術中の写真である。硬膜を翻転すると腫瘍は脳表には露出していないので、正常の脳表が観察できた。(図 2C) 近赤外線を照射して観察すると、脳表から 7mm より以深に存在する腫瘍からの蛍光発光を確認できた。(図 2D) 腫瘍摘出中、嚢胞は解放され、腫瘍局在は明視野ではわかりにくかった。(図 2E) しかし、近赤外線を照射すると腫瘍からの蛍光発光が確認できた。(図 2F) 腫瘍摘出後、肉眼的には全摘出できたように観察された。(図 2G) 近赤外線を照射すると、一部蛍光発光を示す残存病変を疑う所見が見られたが、脳室が開放され、播種の危険があるために、摘出せずにこのまま終了した。(図 2H) 一部の残存腫瘍が造影領域として、術後 MRI で確認された。(青矢印)(図 2B)

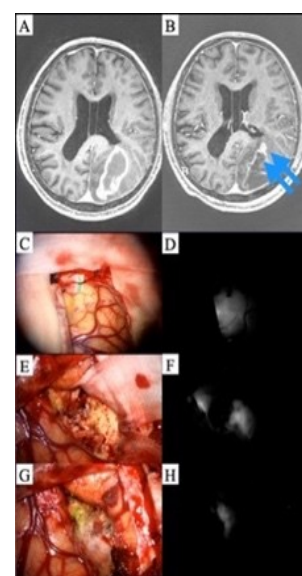


図 2

頭蓋内髄膜腫

頭蓋内髄膜腫に対しても SWIG 法(5.0 mg/kg を手術 24 時間前に点滴投与)にて術中蛍光診断が可能であった。しかし、前日に投与しなければいけないこと、ICG 投与量が安全性上限であることから、安全性と汎用向上のために、投与条件を投与量と時期を変更し検証した。その結果、蛍光を観察する1時間以上前に、0.5-1.5 mg/kg を静脈投与を行うことで、髄膜腫からの蛍光を観察できることを発見した。ICG 投与後、数分以内に観察し、血流を評価する early phase、ICG 5.0 mg/kg を手術 24 時間前に点滴投与を行い腫瘍への貯留を評価する second window phase に対しての観察 1 時間以上前に ICG 0.5-1.5 mg/kg を静脈投与する我々の方法を Delayed window ICG technique (DWIG)と名付けた。さらに、術後 MRI でも残存病変は認められなかったことから、ICG 蛍光によって手術中の残存腫瘍を検出できることが確認された。SBR は、Ki-67($p=0.79$)、腫瘍体積($p=0.42$)、最大径($p=0.40$)など腫瘍に固有のいくつかの変数と有意な相関は認められなかった。血液検査、身体検査、神経学的検査では、ICG 投与後 3 ヶ月間、副作用は認められなかった。次に、MRI Gd の輝度(T1BR)と近赤外線による蛍光発光輝度(SBR)の相関を評価した。T1BR は、 2.5 ± 0.9 であった。T1BR と SBR の関係を線形回帰分析で評価した。T1BR は図 3 に示すように NIR 蛍光の SBR と有意な相関があったが($p=0.016$)、Ki-67($p=0.28$)、腫瘍サイズ($p=0.47$)、直径($p=0.27$)には認められなかった。

MRI Gd の輝度のメカニズムは血管透過性に影響されると報告されている。そこで、Dynamic Contrast Enhanced (DCE) perfusion-MRI を用いてパラメータ K_{trans} , K_{ep} , V_e , V_p を算出し、透過性と NIR 蛍光の関係性を評価した。NIR 蛍光の SBR は、 K_{trans} ($p < 0.0001$) (図 4) と有意な正の相関があったが、 K_{ep} ($p = 0.64$)、 V_e ($p = 0.30$)、 V_p ($p = 0.32$) とは相関がなかった。図 5 に MRI 上の T1BR と K_{trans} の有意な相関を示す。 $(p = 0.0013)$ 線形回帰分析では、T1BR と K_{ep} ($p = 0.70$)、 V_e ($p = 0.96$)、 V_p ($p = 0.44$) との有意な関連は認められなかった。また、ICG-NIR が腫瘍や硬膜断端を検出できるかどうかを病理検査で確認した。15 例中 12 例において、術前 MRI で腫瘍の付着端である周囲硬膜と硬膜断端の標本を 25 検体採取した。蛍光が見られなかった SBR の 3 例は、周囲硬膜が正常脳実質より低い蛍光を示したため除外した。そして、これらの標本は蛍光の結果を知らずに、病理医によって病理診断が行われた。蛍光は、25 検体中 21 検体が陽性、4 検体が陰性であった。また、硬膜断端の標本では、17 例が病理学的に陽性、8 例が陰性であった。ICG-近赤外線蛍光システムは感度 94% (95%信頼区間 [CI], 84.2–98.9) であったが、特異度は 38% (95%CI, 16.4–47.6) と減少した。PPV は 76% (95%CI, 68.2–80.1)、NPV は 75% (95%CI, 32.9–95.3) であった。

代表症例を図 6 に示す。術前の造影 MRI (6A) DCE perfusion MRI にて血管内から血管外への体積移動定数 K_{trans} (/min) (図 6C)、血管外から血管内への K_{ep} ($=K_{trans}/V_e$) (/min) (図 6D)、血管外細胞外空間の容積 V_e (mL/100mL of tissue) (図 6E)、分画血漿量 V_p (mL/100mL of tissue) (図 6F) が算出してい

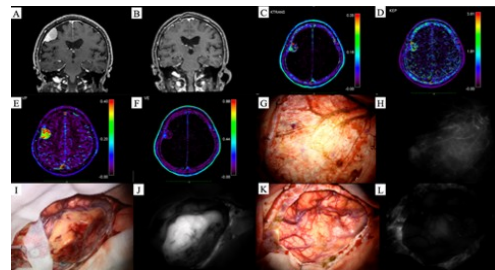


図 6

る。頭蓋骨を除去して硬膜を観察した術中写真を示す (図 6G)。腫瘍は硬膜の脳側に存在し明視野では確認できないが、近赤外線照射にて硬膜越しに腫瘍からの蛍光発光を確認できた (図 6H)。では右前頭葉に円蓋部髄膜腫を認めた。(図

腫瘍摘出中、明視野で確認された腫瘍 (図 6I) は近赤外線照射にて蛍光が確認された (図 6J)。肉眼的腫瘍全摘出後 (図 6K)、近赤外線照射でも蛍光示す部分はなく、腫瘍の全摘出を確認することができた (図 6L)。開頭腫瘍摘出後、腫瘍は全摘され造影病変は見られなかった (図 6B)。

悪性神経膠腫 症例を図 7 に示す。術前の造影 MRI で右前頭葉に ring-enhanced を示す腫瘍を認めた。後端は一次運動野に接していた。(図 7A) 水平断、7B) 矢状断、7C) 冠状断)。硬膜を翻転すると、腫瘍は脳表に露出されておらず、正常の脳表が確認できた。(図 7D) 画像上、腫瘍は、脳表より 5mm 以深にあるため、5ALA にてうっすらと脳内の腫瘍を確認でき (図 7E)、ICG にはしっかり蛍光を確認できた。(図 7F) 腫瘍を摘出中に、明視野では、(図 7G)、5ALA と、(図 7H 白矢印) ICG でも (図 7I 白矢印) 蛍光をしっかり確認できた。腫瘍摘出後に、肉眼的には全摘出をできたように見えたが、(図 7J) 蛍光で確認すると 5ALA ではわずかに発光が見られ

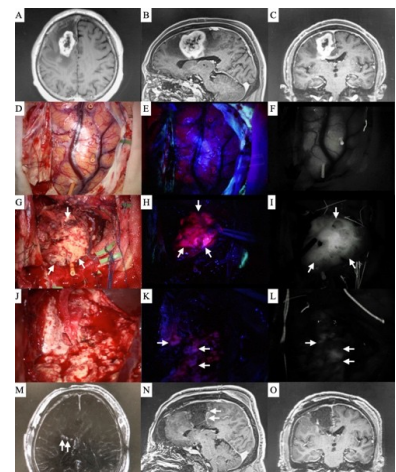


図 7

た。(図 7K) 腫瘍は脳室周囲まで浸潤しており、摘出により側脳室が開放されている。脳室周囲壁も 5ALA で蛍光示すために、脳室壁からの発光か、残存腫瘍の発光か分別がつかない。ICG からの蛍光を確認し、わずかに残存が見られた。(図 7L) しかし、神経刺激で、運動繊維の反応が出たために、これ以上の摘出は、麻痺の悪化を来すために、ここで摘出を終了した。術後 MRI にて後端部に一部造影領域を認め、腫瘍の残存を確認した。(図 7M) 水平断 (白矢印)、7N) 矢状断 (白矢印)、7O) 冠状断)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Matsumura Kazuyasu, Muto Jun, Tanaka Makito, Joko Masahiro, Yoshikawa Tetsushi, Hirose Yuichi	4. 巻 38
2. 論文標題 Usefulness of three-dimensional computed tomography venography differentiating calvarium subperiosteal hematoma crossing the suture lines due to hair pulling from subgaleal hematoma: case report and review of the literature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Child's Nervous System	6. 最初と最後の頁 2017 ~ 2020
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00381-022-05517-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Muto Jun, Mine Yutaka, Nishiyama Yuya, Murayama Kazuhiro, Yamada Seiji, Kojima Daijiro, Hayakawa Motoharu, Adachi Kazuhide, Hasegawa Mitsuhiro, Lee John Y. K., Hirose Yuichi	4. 巻 16
2. 論文標題 Intraoperative Real-Time Near-Infrared Image-Guided Surgery to Identify Intracranial Meningiomas via Microscope	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2022.837349	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamashiro Kei, Wakako Akira, Omi Tatsuo, Murayama Kazuhiro, Kojima Daijiro, Muto Jun, Adachi Kazuhide, Hasegawa Mitsuhiro, Hirose Yuichi	4. 巻 164
2. 論文標題 Evaluating diploic vein blood flow using time-resolved whole-head computed tomography angiography and determining the positional relationship between typical craniotomy approaches and diploic veins in patients with meningioma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acta Neurochirurgica	6. 最初と最後の頁 2999 ~ 3010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00701-022-05349-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Muto Jun, Mine Yutaka, Nishiyama Yuya, Murayama Kazuhiro, Hayakawa Motoharu, Hasegawa Mitsuhiro, Lee John K.Y., Hirose Yuichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Intraoperative Real-Time Near-Infrared Image-Guided Endoscopic Endonasal Surgery for Pituitary Tumors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 World Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wneu.2023.03.055	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Inoue Tatsushi, Joko Masahiro, Saito Fumiaki, Muto Jun, Takeda Hiroki, Kaneko Shinjiro, Hirose Yuichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Bone wax technique for full-endoscopic lumbar laminotomy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Spine Surgery	6. 最初と最後の頁 98 ~ 101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21037/jss-22-64	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muto Jun, Mine Yutaka, Nagai Sota, Shizu Naoyuki, Takeda Hiroki, Ikeda Daiki, Saito Akifumi, Joko Masahiro, Hasegawa Mitsuhiro, Kaneko Shinjiro, Inoue Tatsushi, Lee John Y. K., Hirose Yuichi	4. 巻 6
2. 論文標題 Utility of intraoperative real-time near-infrared fluorescence surgery for spinal schwannoma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neurosurgical Focus: Video	6. 最初と最後の頁 V12 ~ V12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2021.10.FOCVID21158	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muto Jun, Mine Yutaka, Nakagawa Yu, Joko Masahiro, Kagami Hiroshi, Inaba Makoto, Hasegawa Mitsuhiro, Lee John Y. K., Hirose Yuichi	4. 巻 50
2. 論文標題 Intraoperative real-time near-infrared optical imaging for the identification of metastatic brain tumors via microscope and exoscope	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurosurgical Focus	6. 最初と最後の頁 E11 ~ E11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2020.10.FOCUS20767	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muto Jun, Mine Yutaka, Nagai Sota, Shizu Naoyuki, Takeda Hiroki, Ikeda Daiki, Saito Akifumi, Joko Masahiro, Hasegawa Mitsuhiro, Kaneko Shinjiro, Inoue Tatsushi, Lee John Y. K., Hirose Yuichi	4. 巻 6
2. 論文標題 Utility of intraoperative real-time near-infrared fluorescence surgery for spinal schwannoma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neurosurgical Focus: Video	6. 最初と最後の頁 V12 ~ V12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2021.10.FOCVID21158	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 武藤淳, 峯裕, 西山悠也, 村山和宏, 安達一英, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍に対する近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第31回脳神経外科手術と機器学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤淳, 関戸康祐, 西山悠也, 伊藤逸毅, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 下垂体腺腫術後の視機能改善予想における傍乳頭周囲網膜神経線維層厚評価の有用性
3. 学会等名 第95回日本内分泌学会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 齋藤史明, 武藤淳, 上甲眞宏, 金子慎二郎, 井上辰志, 廣瀬雄一
2. 発表標題 脳神経外科・脊椎脊髄外科領域専属FNPとしての役割と展望
3. 学会等名 第37回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 井上辰志, 永井聡太, 武田太樹, 峯裕, 齋藤史明, 上甲眞宏, 藤田順之, 長谷川光広, 金子慎二郎, 廣瀬雄一,
2. 発表標題 脊髄神経鞘腫に対するICG蛍光ガイド下手術
3. 学会等名 第37回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯裕, 西山悠也, 村山和宏, 安達一英, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍に対する近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性)
3. 学会等名 第22回日本術中画像情報学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤淳, 峯裕, 西山悠也, 村山和宏, 安達一英, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 髄膜腫に対する近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第33回日本頭蓋底外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 楯谷一郎, 仲村勝, 宇山一朗, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 Da Vinci Xi を用いたロボット深部縫合の可能性と課題
3. 学会等名 第33回日本頭蓋底外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 脳神経領域のロボット手術の展望
3. 学会等名 第7回wetfield の会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 上甲真宏, 西山悠也, 安達一英, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 脳腫瘍手術におけるインドシアニングリーンを用いた外視鏡下内視鏡下蛍光ガイド手術の有用性
3. 学会等名 第27回 日本脳腫瘍の外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 齋藤史明, 上甲真宏, 西山悠也, 安達一英, 井上辰志, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍手術におけるインドシアニンググリーンを用いた蛍光ガイド下手術の有用性
3. 学会等名 日本蛍光ガイド手術研究会第5回学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 齋藤 史明, 上甲, 真宏, 西山, 悠也, 安達, 一英, 井上, 辰志, 長谷川, 光広, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍手術におけるインドシアニンググリーンを用いた外視鏡下蛍光ガイド手術の有用性
3. 学会等名 日本脳神経外科学会 第81回学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 西山悠也, 峯 裕, 長谷川 光広, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 下垂体腫瘍に対するインドシアニンググリーンを用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第29回一般社団法人日本神経内視鏡学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 齋藤史明, 上甲真宏, 西山悠也, 安達一英, 井上辰志, 長谷川光広, 廣瀬雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍手術におけるインドシアニングリーンを用いた蛍光ガイド下手術の有用性
3. 学会等名 第18回日本脳神経外科光線力学学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 上甲真宏, 大場茂雄, 安達一英, 廣瀬雄一
2. 発表標題 転移性脳腫瘍手術におけるインドシアニンググリーンを用いた蛍光ガイド手術の有用性
3. 学会等名 第40回日本脳腫瘍学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 廣瀬雄一
2. 発表標題 神経内視鏡の問題点と最前線
3. 学会等名 第35回日本内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 楯谷一郎, 吉岡哲志, 井上辰志, 加藤久幸, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 Da vinci Xi を用いた脳神経外科領域のロボット支援下経口頭蓋底手術の検証
3. 学会等名 第15回日本ロボット外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 楯谷一郎, 吉岡哲志, 井上辰志, 加藤久幸, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 Da Vinci Xi を用いたロボット深部縫合の可能性と課題
3. 学会等名 第15回日本ロボット外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳, 西山 悠也, 峯 裕, 早川 基治, 村山 和宏, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 下垂体腺腫に対するインドシアニングリーンを用いたリアルタイム 術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第33回間脳下垂体腫瘍学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 各務 宏, 稲葉 真, 長谷川 光広, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 侵襲性を加味した近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影による転移性脳腫瘍手術
3. 学会等名 第 25 回日本脳腫瘍の外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳, 峯 裕, 各務 宏, 稲葉 真, 長谷川 光広, 廣瀬 雄一
2. 発表標題 近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影による転移性脳腫瘍手術
3. 学会等名 第79回日本脳神経外科学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳、峯 裕、中川祐、上甲真宏、各務 宏、稲葉 真、長谷川 光広、廣瀬 雄一
2. 発表標題 外視鏡を用いた転移性脳腫瘍に対する術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第4回蛍光造影研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳、井上辰志、永井聡太、武田太樹、池田大樹、齋藤史明、上甲真宏、峯 裕、金子慎一郎、長谷川 光広、廣瀬 雄一
2. 発表標題 近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影による脊髄神経鞘腫手術
3. 学会等名 第25回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳、峯 裕、西山悠也、村山和宏、安達一英、長谷川 光広、廣瀬 雄一
2. 発表標題 髄膜腫に対する近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第33回日本頭蓋底外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳、峯 裕、西山悠也、村山和宏、安達一英、長谷川 光広、廣瀬 雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍手術に対する近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第80回日本脳神経外科学会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤 淳、峯 裕、西山悠也、村山和宏、安達一英、長谷川 光広、廣瀬 雄一
2. 発表標題 脳脊髄腫瘍に対する近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影の有用性
3. 学会等名 第31回脳神経外科手術と手技学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 武藤 淳	4. 発行年 2022年
2. 出版社 総合医学社	5. 総ページ数 440
3. 書名 最新主要文献でみる 脳神経外科学レビュー 2023- ' 24	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	峯 裕 (Mine Yutaka) (10306730)	慶應義塾大学・医学部（信濃町）・訪問研究員 (32612)	
研究分担者	金蔵 孝介 (Kanekura Kosuke) (10508568)	東京医科大学・医学部・主任教授 (32645)	
研究分担者	C a b r a l H o r a c i o (Horacio Cabral) (10533911)	東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・准教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	上甲 眞宏 (Joko Masahiro) (20440729)	藤田医科大学・医学部・講師 (33916)	
研究分担者	廣瀬 雄一 (Hirose Yuichi) (60218849)	藤田医科大学・医学部・教授 (33916)	
研究分担者	井上 辰志 (Inoue Tatsushi) (80304434)	藤田医科大学・医学部・准教授 (33916)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関