

多職種連携で周術期クオリティの改善を！

奈良県立医科大学麻酔科学教室中央手術部

恵川 淳二

チーム医療とは、「医療に従事する多種多様な医療スタッフが、各々の高い専門性を前提に、目的と情報を共有し、業務を分担しつつも互いに連携・補完し合い、患者の状況に的確に対応した医療を提供すること」とされている。平成 30 年度診療報酬改定の中でも、「チーム医療等の推進等の勤務環境の改善」が挙げられており、チーム医療によって効率的・合理的に働くことは、患者のみならず医療者にとっても有益であることが述べられている。当院では、周術期管理センターを 2014 年から開設し、多職種のチームが各々の専門性を発揮し、安全で質の高い周術期管理を行えるシステムを構築している。周術期管理センターには、麻酔科医、看護師、薬剤師、歯科衛生士、医療事務が常駐し、外科医、臨床工学士、管理栄養士、リハビリ部、ソーシャルワーカーなどと密に連携をとってシームレスな医療を行えるようにしている。周術期管理センターでは、1) 周術期認定看護師によるオリエンテーション 2) 麻酔医による術前・術後評価および診察 3) 歯科衛生士および歯科医師による口腔機能管理 4) 薬剤師による周術期薬剤管理 5) 周術期リハビリテーション 6) 栄養管理、カウンセリング、退院支援の相談などを行い、周術期の安全と質の確保ができるように努めている。周術期管理センターでの業務終了後は、その日の担当スタッフが集まり一日の振り返りを行なっている。また、毎月 1 度、周術期管理センターの各部門のスタッフが集まり、改善点や運営方法などについて協議している。さらに、当教室では新たな周術期管理の取り組みとして、プレハビリテーションを行なっている。術後患者の回復を促進するために、運動療法や呼吸療法、栄養療法などを手術前のできるだけ早い段階から開始をするという取り組みである。このプレハビリテーションの実践においても多職種による連携は非常に重要となる。このように、手術を受ける患者に対して、入院前から介入を行い、入院中、退院後にも一貫したチーム医療を行うことで質の高い医療を提供できると考えられる。

手術室内では、2010 年より麻酔管理の補助に当たる麻酔科臨床工学技士が配属されるようになり、現在 9 名の麻酔科臨床工学技士が麻酔準備、機器の整備・管理、麻酔や集中治療部での補助業務にあたっている。2018 年 4 月からは周麻酔期看護実践コース（修士課程）を開設し、麻酔科管理で看護師 2 名を雇用して麻酔科医とともに麻酔管理や術後疼痛管理を行っている。麻酔科医の事務作業による負担を減らし、より専門性の高い臨床業務に専念できるように、麻酔科の専属クラークも手術室に 2 名配属されている。また、手術部内の薬剤室には薬剤師が常駐しており、麻薬を含む薬剤の管理や術後 PCA ポンプへの無菌的調剤および薬剤充填を行なっている。

また、当院では脳外科、血管外科、整形外科症例を中心に神経モニタリングを積極的に行なっており、

年間 400 から 500 例ほどの様々な神経モニタリングを行っている。より信頼性の高い神経モニタリングを行うためには、多職種によるチーム連携が重要となる。当院では、術中神経モニタリングを円滑に行い、情報共有を確実にを行うために、手術開始前のチェックリストの運用を行なっている。術中は、麻酔科医、外科医、臨床検査技師、看護師が絶えずモニタリングの情報共有を行い、麻酔薬の調整や術操作の調整を行うようにしている。また、神経刺激による口腔内損傷の予防やフォローを行うために口腔外科医もチームに参加して管理にあたっている。さらに、神経モニタリングの質の担保と多職種間のコミュニケーションを絶えず維持できるように、定期的に勉強会や研究会などを行うようにしている。

より安全で質の高い周術期管理を行うため、病棟へも積極的に働きかけを行っている。術後の呼吸安全管理を確実にを行い、術後の避けられた死亡を防ぐために、医療安全推進室及び病棟と協力をして、呼吸モニタリングを携帯端末で行える独自のシステム(SafetyNet・NMU)を世界に先駆けて構築した。本システムでは、酸素飽和度や呼吸数、脈拍数などのアラームをナースコール機能のついた PHS でうけることができ、いつでもどこにいても患者の呼吸の異常に気づくことができるシステムとなっている。また、これらのデータは院内のサーバに連続的に全て保存されるようになっている。これらのデータを用いた解析では、当院では腹部外科手術術後における呼吸抑制の発生率は 12～17%で、低酸素血症の発生率は 24～30%と比較的高いものであることがわかった。

本シンポジウムでは、当院の多職種連携・チーム医療の現状を紹介し、今後の方向性についてディスカッションしていきたいと考えている。

岡山大学病院における脳外科症例に対する周術期管理センターの取り組み

岡山大学病院麻酔科蘇生科¹⁾ 周術期管理センター²⁾ 脳神経外科³⁾

松崎 孝¹⁾、松岡 義和¹⁾、谷西 秀紀¹⁾、賀来 隆治¹⁾、小林 求¹⁾

田村 利枝²⁾、足羽 孝子²⁾、安原 隆雄³⁾、伊達 勲³⁾、森松 博史²⁾

岡山大学病院において、手術件数の増加に伴い岡山大学麻酔科を中心に 2008 年に PERIO (Perioperative management center、周術期管理センター) が開設され、医師・歯科医師・看護師・薬剤師・理学療法士等が術前外来から介入し、術後も患者ができるだけ快適に過ごせるような連携が導入された。その試みは呼吸器外科より始まり、2014 年 6 月から脳神経外科で運用が段階的に開始され、現在も拡大傾向である。

対象疾患は、局所麻酔手術を除く未破裂脳動脈瘤・脳腫瘍・下垂体病変から始まり、脊椎脊髄疾患・虚血性疾患・水頭症、小児手術・緊急手術・血管内手術・パーキンソン病に対する定位脳手術へと拡大し、全身麻酔が行われるすべての症例で導入された。

全例で術前歯科受診・プラーク除去が行われ、歯牙の不安定な症例にはプロテクタが作成され、歯牙の損傷を来した症例は 1 例もなかった。また、薬剤師が早期介入することにより術前中止薬剤の漏れは生じなかった。全脊椎脊髄症例を含み、周術期リハビリが必要な症例にはスムーズなリハビリが行われた。また、脳腫瘍症例などの緊急入院時にも PERIO チームが 8 例で介入しており、スムーズな手術への重要な役割を果たした。

PERIO 介入により問題点が抽出された重症症例に関しては、まず看護師より麻酔科医に追加すべき検査の必要性に関して相談が行われ、実際に各科の橋渡しとして看護師が検査のスケジュール調節を行い手術までに必要な情報がすべて得られるシステムとなっている。実際に重度の大動脈弁膜症や、冠動脈狭窄が疑われ循環器内科により処置が施行された症例も認められた。PERIO 介入により問題点が抽出された ASA3 以上の重症症例に関しては、麻酔科、脳外科、手術部と集中治療室の看護師と合同カンファレンスを術前に行い、問題点の共有を行うことでスムーズに周術管理を迎えることが可能となった。手術の適応に関しても議論され、カンファレンスを通じて手術延期や術式の変更、中止に至った症例も認められ、安全性が向上した可能性が示唆された。

脳外科・麻酔科・歯科医師から看護師・外来クランクへの PERIO に関するアンケート調査 6 項目（患者安全度改善、患者情報量増加、業務量増加、業務効率改善、将来発展継続）の結果は、脳外科医師は全ての項目において満足し、業務上の負担もほとんど増加していなかった。外来部門、歯科医師、一部麻酔科医師・リハビリ療法士における業務上の負担が増加していたが、全ての職種において、今後の発展継続が支持された。

PERIO 介入その他の利点として、脳外科手術において入院-手術までの日数が減少し、手術枠が確定する手術 3 日前以降の中止・延期の減少が示された。現在では肝胆膵外科、耳鼻科へと拡大傾向にあるが、人員確保やコスト面での問題点が挙げられるが、質の高い医療を提供するためにも、現在の試みは継続していく方針である。

神経モニタリングを介した多職種連携

山口大学医学部附属病院麻酔科蘇生科

山下 敦生、福井 健彦、山下 理、歌田 浩二、松本 美志也

近年、多職種が関わり情報を共有し、連携を図りながら協力するチーム医療の重要性が浸透してきている。多方面の専門的な立場からの手助けによって 総合的に効率よくきめ細かい良質な医療が提供できると考えられ、例えば周術期管理チーム構想は、患者にとって「手術」という非常に侵襲的な医療行為を、安全かつ丁寧に施行するために不可欠な方策と思われる。

麻酔科医は担当手術を安全かつ丁寧に施行できるように、色々な配慮、対策を行い、各種モニタを用いて監視している。心臓血管外科手術では非心臓血管外科手術と比較して術中脳神経合併症の頻度が高いとされ、当施設では以前より脳局所酸素飽和度モニタ (rSO₂)、経頭蓋超音波ドプラ (TCD)、Bispectral Index や Patient State Index を利用した脳波モニタを用いて脳神経合併症の早期発見や因果関係の検討を行ってきた。また胸腹部大動脈瘤人工血管置換術では運動誘発電位 (MEP) による脊髄虚血の術中評価も麻酔科医が行っている。これらの脳神経モニタは神経機能を評価すると同時に、脳神経血液循環の評価にも繋がっており、臨床では異常又は悪化所見から外科医や人工心肺装置を操る臨床工学士 (ME) と相談し改善に導く方策を検討する。例えば選択的脳分離循環中に rSO₂ が低値で TCD での脳血流速度が遅い場合、送血管の位置を確認したうえで改善無ければ、内胸動脈への盗血現象を考慮し、ME と相談して送血流量の増量を決定したり、胸腹部大動脈瘤人工血管置換術で MEP の振幅低下がみられたら灌流圧を上昇させるために部分体外循環の送血、脱血のバランスの調整を協議したりする。また当施設では整形外科脊椎手術や脳神経外科手術では、当該診療科医師や検査技師により神経モニタリングを行っている。脳神経モニタに麻酔薬が影響することは周知であり、可能な限り影響が少なくなるように調整するが、小児症例のようにプロポフォールが使用しにくい状況では、より良いモニタリングが得られる工夫を検査技師と相談しながら調整している。

このように「手術」という非常に侵襲的な医療行為を安全かつ丁寧に施行できるように、他職種と連携して神経モニタリングの精度を上げることはとても重要で、この関係がスムーズに行える環境作りが必要と思われる。

信州大学病院麻酔科における現状と将来

信州大学医学部麻酔蘇生学教室

石田 高志

若い麻酔科医の会員数が増加している日本心臓血管麻酔学会や日本区域麻酔学会に比べて、日本神経麻酔集中治療学会の会員数は低値横ばいで、神経麻酔は必ずしも若い麻酔科医に人気が高い分野とはいえない。しかし神経麻酔領域は、覚醒下開頭手術におけるタスクや各種誘発電位計測に代表されるように、安全で確実な術中麻酔に加え、神経モニタリングを駆使して術後の神経学的障害を予防する分野であり、麻酔科医にとって重大な使命を有する分野といえる。したがって、麻酔科全体がマンパワー不足で苦しむ中、神経麻酔領域を適切に運営することは、本邦における麻酔科学の診療と学術の発展に不可欠といえる。

信州大学医学部附属病院では、手術部における神経誘発電位測定すべてに検査部として対応する体制は取られていない。その代わりに、手術部には1名の検査技師が常駐し、動脈圧測定、血液ガス分析、循環モニタリングなどに加え、誘発電位計測の業務を一部行っている。また、耳鼻科領域では数名の聴覚言語士が外来だけでなく、手術室での誘発電位測定補助業務を行っている。脳神経外科では神経モニタリング担当医を数名配置し、今後展開されるスマート手術室 SCOT (Smart Cyber Operating Theater) と併せて、術中の脳機能評価をリアルタイムで行っている。一方、麻酔科医は全員が運動誘発電位を測定できるように教育され、さらに3-4名の上級医が神経麻酔の責任者として、各種神経誘発電位測定に精通し、臨床研究も行っている。このような各診療科で行われている神経モニタリングではあるが、それぞれ臨床研究発表も盛んで、診療技術も高いと考えられる。しかし今後は、現在の各診療科で独立した神経モニタリング測定を、手術部全体として統一したチームとして管理運営していく必要がある。

一方、日本全体に目を移した場合、日本は未曾有の超高齢者社会に突入した。65歳以上の高齢人口が2040年には3900万人に達する。同時に少子化が進行し、2048年には人口が1億人を切り、2060年には8670万人になる。生産年齢人口(15-65歳の人口)は1997年の8699万人をピークにすでに1000万人以上減少し、2030年までにさらに約900万人低下し6700万人へと減少する。そこで、高齢人口の定義を75歳以上に変更し、それまでは生産人口として働いてもらうように労働環境を整備することが不可欠と思われる。

麻酔科領域にも、当然、少子高齢化の波が押し寄せている。特に三大都市圏以外の地方においては、麻酔科医の少子高齢化に伴い、麻酔科生産年齢人口(25-65歳麻酔科医)が減少しつつある。そこで高齢麻酔科医にも75歳まで臨床現場で勤務してもらいたいが、加齢に伴う生物学的な衰えは不可避である。しかし、高齢麻酔科医は知識・経験が豊富でリーダーシップ能力も高い。特に心臓血管麻酔分野などに比

べ、神経麻酔領域は画像よりもデジタル数値を扱うことが多く、高齢となっても活躍できる麻酔科診療分野ではなかろうか。そこで彼らをサポートする体制を構築し、高齢麻酔科医のキャリアパスを展望する必要がある。さらに、マンパワーの低下する麻酔科医をサポートする周麻酔期メディカルスタッフ（歯科麻酔科医、周麻酔期看護師、薬剤師、臨床工学士、検査技師など）との連携が重要である。

2017年度より聖路加国際看護大学の修士課程を卒業した周麻酔期看護師が赴任し、信州大学医学部保健学科にも周麻酔期看護師コース（修士課程）を設置した。2018年度からは歯科麻酔科医（常勤）も赴任した。また長野県内には、日本麻酔科学会の周術期麻酔チーム認定を受けた看護師や臨床工学技士が勤務する関連病院が増えつつある。今後は本院や県内病院で、周麻酔期メディカルスタッフが、麻酔科医をサポートできる体制をさらに加速して整える必要がある。

以上をもとに、本発表ではまず当院における術中の神経モニタリングにおける他職種との連携の現状と将来について報告する。次いで、特に地方における今後の麻酔科医療を展望し、当院や関連病院において周麻酔期メディカルスタッフと協働して行なっている麻酔管理の一端を紹介したい。最後に、今後地方において展開すべき、麻酔科医と周麻酔期メディカルスタッフを含んだ、これまでの医局に代わる新たな麻酔科診療組織（NPO など）の可能性について考察したい。皆様からのご意見を賜れば僥倖である。

Neuro-anesthesia practice and challenges in Qatar

Anesthesiology/ICU and Perioperative Medicine, Hamad Medical Corporation, Doha, Qatar

Wael Saleem MD, PhD, Jafar Hameed MD

Neuroanesthesia is a challenging and demanding area of anesthesia that deals with the complex relationships of anesthesia, neurosurgical procedures, and the critical care issues that surround the management of these patients. Neuro-anesthesiologists not only providing perioperative care to neuro-critically ill patients but also provide more cover to services to patients in neuro-intensive care, interventional neuro-radiology and pediatrics. A multidisciplinary approaches to manage complex neurosurgical cases by providing hemodynamic and neurologic stability for a better outcome, requires effective communications from all teams. In addition, the availability of advanced technology of neuro-monitoring will help to avoid significant neuronal damage intraoperatively. However, this sometimes is relatively difficult and challenging to deliver in quite a number of medical centers globally. Medical centers with relatively large number of neurosurgical cases lacking such updated neuro-monitoring system would present a challenge to health care providers to achieve the best outcome.

術中神経生理モニタリング

- 安定した測定のコツ -

東邦大学医療センター大森病院臨床生理機能検査部

杉山 邦男

【はじめに】

術中神経生理モニタリングは1980年代後半から広く知られるようになり、脳脊髄手術の術後QOL向上の手法として、多くの施設で急速に普及してきた。近年では手術手技や麻酔薬、医療機器の発展に伴い、治療効果が高く、侵襲性が低い脳脊髄手術が一般的になっている。脳脊髄手術の術後合併症には、重篤な症状を呈するものが少なくない。術中神経生理モニタリングは手術操作によって損傷を受ける可能性のある神経の位置を同定すること、重要な神経組織の機能状態を監視し、その機能が不可逆的損傷を受ける前にこれを回避することを目的としている。残念ながら複雑な神経機能を一つの検査法でモニタリングすることができないため、様々な検査法を組み合わせる総合的に判断する必要がある。検査法の増加によってモニタリングできる神経機能は増え、安全性は向上するが、準備が複雑となり多くの施設で簡便に行えるという意味では相反してしまう。よって術中神経生理モニタリングで利用される検査法の長所と短所を理解し、適切に選択することが重要である。本講演では術中神経生理モニタリングで多用される体性感覚誘発電位 somatosensory evoked potential (SEP)と運動誘発電位 motor evoked potential (MEP)の安定した測定のコツについて述べたい。

【ノイズ対策】

術中神経生理モニタリングで記録される電位は非常に小さい。そのため周囲の影響を受けやすく、医療機器が数多く設置させる手術室はノイズの宝庫である。ノイズを軽減し安定した記録を行うためには環境の整備、ノイズ発生源の同定・除去、ノイズを混入させない工夫が必要である。周辺機器は必ず接地を行い、可能な限り患者から遠ざけることが重要である。また、周辺機器からノイズが混入した場合、原因である機器を同定し、機器の変更やコンセントを抜くなどを試みる。電極リード線をツイストさせてノイズを軽減させることも可能である。

【SEP】

SEPは上肢または下肢の末梢神経を電気刺激し、頭皮上で誘発される電位を記録することで、末梢神経→脊髄後索→脳幹→視床→一次体性感覚野に至る感覚神経の障害を検出することができる。刺激は上肢では正中神経手関節部、下肢では後脛骨神経足関節部を刺激することが多く、体動が小さいため手術中に持続的に刺激を行うことが可能である。上肢刺激ではN20、下肢刺激ではP37を評価することが最も一般的であるが、SEPの電位は脳波の中に埋もれるほど小さく、明瞭に記録するためには加算平均が必要で

ある。もう一つの使い方として、中心溝を同定することが可能であり、脳表にシート電極を設置することで中心溝を境に N20 の極性が逆転する。

【MEP】

MEP は脳を経頭蓋もしくは脳表を直接電気刺激し、硬膜外もしくは体幹、四肢から誘発される電位を記録する方法である。最も広く用いられている筋電図を記録する方法では大脳皮質運動野→脊髄下行索路→脊髄前角細胞→末梢運動神経→神経筋接合部→骨格筋にいたる伝導路の障害を検出することができる。脳外科領域の手術では経頭蓋刺激と脳表刺激が用いられる。経頭蓋刺激では上肢、下肢ともに脳波の電極装着位置である C3, C4 を刺激する方法が一般的であり、脳表刺激は中心溝同定で使用したシート電極を用いることができる。経頭蓋刺激では左右上肢または下肢の同時記録を行い、病変の支配側からのみ波形が記録される弱い刺激強度を用いなければならない。強すぎる刺激では false negative が生じることがあり注意が必要である。硬膜外記録では筋弛緩薬が使用でき、記録波形の振幅変化の割合によって障害程度が推測できる反面、電極設置が困難で、経頭蓋刺激との組み合わせでは刺激強度の評価ができないため望ましくない。

整形外科領域の手術において筋電図を記録する方法は、複数の筋から筋電図を記録することで髄節の評価が可能となる。しかし、刺激強度を強くする必要があり、大きな体動を伴うため手術操作を中断しなければならない。歯牙損傷や舌損傷の報告もあり、バイトブロックは必須である。一方、硬膜外から記録する方法では髄節と神経根より末梢の評価が不可能であるものの、筋弛緩を使用することができるため、体動が伴わず経時的な記録が可能である。

【アラームポイント】

手術中に波形の変化を認めず終了することが理想的である。しかし、何らかの波形変化が認められた場合、それが手術操作によって生じた神経障害による波形変化なのか、手術操作と関係のない波形変化なのかを瞬時に判断し、術者に報告しなければならない。SEP は脳、脊髄ともに 50% の振幅低下をアラームポイントとする施設が多い。しかしながら、MEP のアラームポイントは各施設で異なっている。記録される筋電図は波形が不安定で刺激ごとに振幅が変化する。MEP の術前波形の振幅が大きい場合、振幅変化は誤差範囲にとどまるが、術前波形の振幅が小さい場合、わずかな電位変化でも割合が高くなり、アラームポイントをどこに設定するか苦慮することが多い。いまのところ術前波形の振幅が大きい小さいかを判断する指標はなく、担当者の経験に委ねられているのが現状である。

【おわりに】

脳脊髄手術において、術中神経生理モニタリングの重要性が増していくことは間違いない。術中神経生理モニタリングは様々な因子に影響を受けるが、麻酔薬の影響が大きく、麻酔科医の理解と協力なしでは絶対に成立しない。術中神経生理モニタリング担当者は手術スタッフとコミュニケーションを密にし、もう一人の術者になったつもりで、精度の高いモニタリングを心掛けるべきである。

末梢性筋弛緩薬は中枢神経系に影響しないのだろうか？

日本大学医学部麻酔科学系麻酔科学分野

鈴木 孝浩

ロクロニウムやスキサメトニウムなどの末梢性筋弛緩薬は、末梢の神経筋接合部に作用し、骨格筋の筋弛緩効果を発揮する薬物であり、ベンゾジアゼピンやバクロフェンなどの主に脊髄性抑制を呈する中枢性筋弛緩薬とは作用機序を異にする。それでは末梢性筋弛緩薬は中枢神経系への作用を全く有さないのだろうか？末梢性筋弛緩薬は基本的に血液中ではイオン化し、かつ分子量も大きいため血液脳関門を通過できないため、中枢神経作用を気にする必要はないのか？末梢性筋弛緩薬を投与すると吸入麻酔薬の MAC が減少するという報告もあるが、これは中枢神経系への作用ではないのか？脳波モニタにより測定された鎮静度が、末梢性筋弛緩薬の静脈内投与により増強されるのはなぜなのか？血液脳関門が破壊されている特殊な状況、たとえば脳出血等の病変がある患者では、末梢投与された筋弛緩薬が血液脳関門を過剰に通過して神経型ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、麻酔作用を現すことはないのか？さらに末梢性筋弛緩薬の誤投与、とくに硬膜外腔や脊髄くも膜下腔などの中枢神経系に直接投与された場合、神経障害などの後遺症は生じないのか？以上のような疑問をもとに、末梢性筋弛緩薬の中枢作用についてまとめてみたい。

微小電極法を用いた脳深部構造の神経活動記録、および解析

独立行政法人国立病院機構渋川医療センター脳神経外科

平戸 政史、高橋 章夫

【はじめに】

運動異常症に対する定位脳手術において、治療対象となる視床、視床下核、淡蒼球など脳深部構造の位置を知り、個人差を是正して正確な手術を行うためには、MRI などの画像誘導を用いると共に微小電極法を用い視床、大脳基底核（視床下核、淡蒼球）の機能を直接解析して手術を行うことが重要である。本講演では、これまで微小電極を用いて視床、視床下核、淡蒼球など脳深部構造において得られた神経活動記録、および同じ電極を用いた微小電気刺激により得られた電気生理学的所見について概説する。

【微小電極法】

我々の用いている微小電極は同芯双極電極と呼ばれ、その先端は数 $10\ \mu\text{m}$ 、極間距離は数 $100\ \mu\text{m}$ 程度で、電気抵抗は $100\text{K}\Omega$ と動物実験に用いられる単極電極に比べて低い。この電極では、微動装置を用い電極を少しずつ進めることにより、数 $100\ \mu\text{V}$ 程度の神経細胞群の集合電位と共に、時折、 mV に達する大型のスパイク放電を記録することができる。従って、集合電位により記録部の概要を捉えた上で単一細胞活動の詳しい検討を行うことが可能であり、手術時間の短縮に役立っている。又、低周波、高周波のノイズの混入が少ないため、手術室のような電気的環境が必ずしも良好とはいえない場所でも比較的簡便に用いる。さらに、同じ電極を用いて微小電気刺激を行うことができるので、これら様々な電気生理学的情報を基に治療目標部位を決定することができる。

【ターゲッティングとレコーディング】

振戦の治療を目的とした視床手術では交連間線上、後交連より 5mm 前方、上肢を中心とする振戦では視床内包境界内側 3mm 、下肢を中心とする振戦では内側 2mm の点を仮の目標点としている。一方、パーキンソン病寡動、固縮の治療を目的とした視床下核手術では交連間線中点より 3mm 後方、 4mm 下方の黒質内側縁の点、後腹側淡蒼球手術では交連間線中点より 3mm 前方、淡蒼球内包境界外側 2mm の点を仮の目標点としている。視床手術では、一本の電極を用い、矢状面に平行に仮の目標点の 3mm 後方部を記録しており、視床下核手術、後腹側淡蒼球手術では同時に 2 本の電極を用い（電極間距離 3mm 、視床下核手術では後方の電極、淡蒼球手術では前方の電極が仮の目標点に向かうように設定している）、視床下核手術では矢状面と 45 度の角度で、淡蒼球手術では矢状面に平行に電極を進め連続的に細胞外電気活動記録を行なっている。

【視床手術】

振戦の治療目標構造となる視床腹中間核は、末梢からの知覚信号伝達の主な中継核である視床腹尾側

核と基底核からの入力信号伝達の中継核である視床腹吻側核との間に存在する前後径 5mm 程の垂核である。電極が視床腹中間核に侵入すると自発発射活動は著しく増大し、20-25Hz の早いオシレーションと高い背景活動の上に高振幅のスパイク放電が重畳して認められるようになる。さらに、視床腹中間核内で、特にパーキンソン病においては末梢の振戦に同期する規則的群化放電が多数記録される。スパイク放電が観察されている状態で、記録側対側肢の単-多関節の他動的、自動的運動を行うとスパイク放電の増加が観察され、さらに、関連する筋肉の筋腹を圧迫するとやはり同様の反応が認められる(運動感覚反応)。この反応は視床腹中間核の最外側で、内包の内側数 mm の範囲において密に認められ、前後方向では視床腹中間核から腹尾側核の最前部において見いだされている。運動感覚反応の末梢受容野には局在性があり、(電極の刺入方向に沿い)背外側に下肢、その内側に上肢、腹内側に顔面といった規則正しい身体部位局在を示す。一方、視床腹中間核内の運動感覚反応が得られた部位で、高頻度微小電気刺激(刺激間隔 6 msec.、刺激幅 100 μ sec.、刺激時間 1 sec.)を行うと、刺激閾値である 0.1 mA 近辺で対応する上下肢の局在部位に、腹尾側核において得られる痺れ感や疼痛とは異なった浮遊感のような感覚を生ずるといふ。

【視床下核手術】

電極が視床下核に侵入すると、高振幅、不規則な自発発射活動が認められるようになる。霊長類実験動物(サル)の単一神経細胞活動記録では、視床下核における末梢四肢の他動、自動運動に対する運動感覚反応は視床下核の背外側部を中心に認められ、顔面の反応領域が上肢、下肢の反応領域の中央腹側部に存在すると報告されている。我々のヒトの記録でも、運動感覚反応は視床下核の外側部を中心に認められ、背外側部から腹側中央部にかけて上肢の反応領域、その腹内側に下肢、顔面、口唇部の反応領域を認めている。同部の高頻度微小電気刺激では刺激対側肢の固縮が著明に軽減し、しばしば振戦が停止する。視床下核を通過すると黒質に至る。

【淡蒼球手術】

電極が淡蒼球外節に侵入すると、短い pause を有する低い自発発射活動が認められ、時に不規則なバースト放電が出現する。さらに、電極が深く侵入すると、一時的に活動が低下した後(内髓板)、高振幅、高頻度の淡蒼球内節の連続発射活動が認められる。淡蒼球後腹側部では対側上下肢の他動運動、自動運動に対する運動感覚反応が認められる。この運動感覚反応の身体部位局在は、ヒトにおいて淡蒼球吻側、尾側に上肢、中心部に下肢の領域が存在すると報告されている。我々の観察では、淡蒼球の背側部に下肢の領域、中心部から腹側部に上肢の領域、腹側部に顔面の領域といった身体部位局在が認められている。淡蒼球を通過すると発射活動は低下し視索に至る。視索では光刺激による誘発反応が得られ、又、同部の電気刺激により光斑が誘発される。

【まとめ】

運動異常症に対する定位脳手術において、微小電極を用い治療対象構造の神経細胞活動を記録し微小電気刺激を行うことにより、より正確かつ効果的な手術を行うことができる。さらに、これらの情報を集積することにより各疾患におけるより詳細な病態の解明に寄与しうる。

頭蓋内脳波記録を用いたてんかん外科手術

独立行政法人国立病院機構渋川医療センター脳神経外科

高橋 章夫、平戸 政史

てんかんは全年齢層で発症し、有病率の高い（0.4-0.6/100人）神経疾患である。多くのてんかんは適切な薬剤を服用することで発作から解放されるが、20-30%は薬剤抵抗性であり、この中に外科的治療が奏効するてんかんが含まれる。

てんかんの手術は、てんかんを引き起こす異常な神経ネットワーク（てんかん焦点、てんかん原性領域）を同定して切除することにより発作を根治させる切除外科と、発作の程度や頻度を軽減することにより日常生活能力の向上を図る緩和外科に分けられるが、MRIなどの画像診断で局在性のてんかん原性病変を認め、てんかん焦点がその病変を含む限局的な領域に存在すると推定されるものは前者の対象になりやすい。非侵襲的な検査で焦点局在が同定できない症例や、焦点が運動、感覚、言語などの機能野近傍に推定され、機能温存が必要な場合は頭蓋内電極を推定される領域に留置し、1-2週間の頭蓋内脳波記録を行って発作起始部位の同定や電気刺激による脳機能マッピングを行った上で切除範囲を決定、切除を行うという2期的手術が必要になる。一般的には、新皮質に焦点をもつ症例に頭蓋内電極経由での焦点切除が行われることが多い。

頭蓋内電極には、脳表や底部、大脳半球間裂面に留置する硬膜下電極と脳実質内に刺入する脳深部電極に分けられるが、近年後者が広く使用されるようになり、これまで局在診断が難しかった島皮質などの深部構造を含むてんかん焦点の3次元的な広がりをとらえることが可能になった。またデジタル脳波計の進歩により広い周波数帯域を解析できるようになり、80-500Hzのhigh frequency oscillationがてんかん焦点を示すバイオマーカーとして研究されている。本講演では、実際の症例を提示しながら頭蓋内脳波記録を用いたてんかん外科手術について概説する。

覚醒下開頭術における神経ブロック

新潟大学大学院医歯学総合研究科麻酔科学分野

紙谷 義孝

覚醒下による脳外科手術 (Awake craniotomy) は、脳神経外科領域の神経モニタリングの究極の姿といえる。その歴史は古く、1800 年代に局所麻酔下で行われていたてんかん患者に対する焦点切除術がその原型であるとされるが、現在は主に言語中枢に近接する神経膠腫の切除術に対して、言語機能を温存しつつ可及的広範囲の腫瘍切除を可能とする唯一の方法として多くの施設で導入されている。Awake craniotomy の術中管理は一般の全身麻酔症例とは大きく異なり、術中に全身麻酔から覚醒させ、気道確保を中断しなければならない。このため嘔吐や痙攣などの急変リスクへの対応が困難になるばかりでなく、患者が「何かを目で見てそれを判断し、声に出して述べる」「言語療法士 (検査技師・脳外科医など) と会話を継続できる」というクリアな覚醒状態を、疼痛をコントロールした状態で数時間にわたり維持することが求められている。

嘔気を抑制した状態でのクリアな覚醒を得る目的で、主麻酔薬として現在プロポフォールとレミフェンタニルが主に用いられているが、覚醒中の鎮痛を図るためには局所麻酔薬を用いた浸潤麻酔もしくは頭皮の神経ブロックが必須である。この際、通常全身麻酔症例よりも大量の局所麻酔薬を使用することになるが、一方で頭皮は血流に富む組織であり、血中に局所麻酔薬が比較的すみやかに移行すると考えられるため、局所麻酔薬中毒に対する対策が必須といえる。また、覚醒状態が良好でなかったり、不穏状態になってしまう場合には、最終的に覚醒下手術を諦めざるを得ない場合もあり、所期の目的を達成するための対策が必要となる。さらに、覚醒下手術が終了した後には再導入をする場合があるが、その際の気道確保については頭部が固定されていることもあり、細心の注意が必要である。

患者は長時間拘束された状況で言語タスクを遂行する必要があるため、それに耐えられる精神状態でなければならないと同時に、覚醒中の身体的不快感を極力除く必要がある。また、嘔気や痙攣出現を予防し、それが生じた際の対策を、脳神経外科と麻酔科で十分に打ち合わせておくことが重要である。Awake craniotomy と言うと、どうしても覚醒下における頭皮の鎮痛のみに注意が向けられがちだが、吐気の制御が出来ないと嘔吐反射そのものにより脳腫脹をきたすため手術の安全性が脅かされる上、実際に嘔吐されると気道確保されていないために悲劇的な状況となりうる。また、尿道カテーテルの違和感は、特に男性で問題となるが、その苦痛に対して麻薬性新通訳を安易に使用すると、吐気の原因となったり過度の呼吸抑制をきたしたりするため、覚醒状態が継続できない事態に陥ることにもなりかねない。患者の安楽を担保する工夫が麻酔法の選択と同等かそれ以上に重要になってくる。

演者が周術期チームの一員として新潟大学における Awake craniotomy の立ち上げに関与した経験から、周術期患者管理の要点を概説する。確実に頭皮ブロックを行うための超音波ガイド補助の方法や、麻

酔以外での患者の安楽を保つ工夫、そして、覚醒状態の悪い患者や覚醒後に不穏となる患者の管理についての管理上の Tips について述べる。

下行性疼痛抑制系とは何か

信州大学医学部麻酔蘇生学教室

川真田 樹人

単細胞動物から多細胞動物まで、痛みは生存に不可欠な警告信号と位置付けられる。痛み（急性痛）がないと動物は捕食者から逃避できず、生存が不可能となる。一方、本来の生体警告系として機能しない慢性痛は不要な痛みとされる。高齢化に伴い人口の80%以上が慢性疼痛に苦しんでいるとされ、慢性痛の軽減が求められている。しかし、痛みの慢性化は本当に不要な痛みなのだろうか。最近、傷害後に痛みが慢性化した動物の方が生存に有利との報告もある（Crook et al., Curr Biol, 2014）。進化の過程で痛み（急性痛）の受容は生存に不可欠である。一方、進化上、痛みシステムを獲得したのは、痛みを受容するシステムに加え、受容した痛みを抑制するシステム（特にオピオイド作動性ニューロン）が出現した時点とされる。これは、外敵からの攻撃を痛みとして受容し逃避が可能となるが、逃避に際しては痛みを抑制することが不可欠だからである。すなわち、痛みだけでなく、痛みの受容と疼痛抑制のセットが生存に不可欠なシステムといえる。

内因性の疼痛抑制系の中で、下行性疼痛抑制系がもっとも強力なシステムと考えられている。下行性疼痛抑制系は、身体的に強い痛みが発生した時に、その痛みを抑制するシステムと捉えられており、慢性痛の発生にも関係しているとされる。この下行性疼痛抑制系という考え方は、Beecherの戦場で負傷した兵士の観察研究に端を発する（Ann Surg, 1946）。しかしこの報告では、Beecherは負傷による肉体的な痛みが、それ自体の痛みを抑制するというよりも、戦場における過度なストレスにより、肉体的な痛みが抑制したり、時に増強したりすることを観察している。

情動ストレスにより活性化される下行性疼痛抑制系は、中脳水道周囲灰白質からRVM（Rostral ventromedial medulla、セロトニン作動性）や、青斑核（ノルアドレナリン作動性）を経由し脊髄後角に至る経路が広く知られている。この経路は、オピオイド性鎮痛薬の作用点であるだけでなく、恐怖関連行動を引き起こす経路でもあり、下行性疼痛抑制系が単純な身体的な痛みを調節するだけのシステムではないことを示唆する。さらに最近、従来のセロトニンおよびノルアドレナリン作動性下行性疼痛抑制系に加え、ドーパミン作動系や、脳、あるいは脊髄他分節から直接、脊髄後角に至るGABA作動系があることが示され、より包括的な下行性疼痛抑制系が他の生体機能と密接に関係することが示唆されている。

本ランチョンセミナーではこれらの知見を概説し、聴衆の皆さんと一緒に下行性疼痛抑制系について再考できれば僥倖である。