

徹底分析
シリーズ

治療装置が埋め込まれている患者の麻酔

迷走神経刺激療法と
周術期対応

安全な管理のための実践ガイド

嶋田 勢二郎

15a 新3M

12a
ロダシB
19H 18w 諸

本稿のようなテーマを麻酔科の先生方に
取り上げていただき、このように誌面を
お借りできることに心より感謝申し上げ
ます。迷走神経刺激療法・迷走神経刺激
装置は日常診療の中で直面する頻度こそ
高くはないものの、いざ周術期管理が必要
となると、背景に存在するてんかん管理
も含めて不安や疑問が生じやすいデバイ
スだと思えます。本稿が、先生方が安心
して周術期管理に臨まれるための一助と
なれば幸いです。

13a 17ギ/明朝
22H
17w 諸16a ロダシB
17H (以下同)迷走神経刺激療法・
迷走神経刺激装置について

迷走神経刺激療法 (VNS) は、薬剤抵抗性てんかん
に対する治療選択肢として2010年に
日本でも保険適用となった。てんかん
患者の30~40%は抗てんかん薬
を適切に使用しても完全には抑制で
きないと言われており、てんかん外科
治療を含む薬物療法以外の選択肢を
検討する必要がある。VNSは薬剤抵抗性
てんかんに対する開頭手術の適応にな
らない症例、開頭手術の効果が不十分
だった症例に対して実施され、難治性
てんかん発作の減少・軽減を目的と
する緩和的治療と位置づけられている¹⁾。

VNS装置はパルスジェネレータと
リードで構成されている。ジェネレー
タには刺激システムとバッテリーが内
蔵されており、左前胸部に埋め込まれ
ていることが多い。リードはジェネレ
ータから発生する電気刺激パルスを迷
走神経に伝えるものであり、その先端
は通常は左頸部頸動脈鞘内を走行する
迷走神経に巻き付けられている。リー
ドのもう一端は皮下を通してジェネレ
ータまで誘導され、接続される。現状、
体外からバッテリーの充電はできない

ので、バッテリーが消耗した場合には
ジェネレータを交換し、VNS治療を
継続する。

刺激設定と
治療成績

設定可能な刺激には3種類ある。中心
となるのは「ノーマルモード」で、主
な刺激パラメータは出力電流と刺激サ
イクル（オンタイムとオフタイム）で
ある。出力電流に関しては0.25 mA
前後から開始して、嗄声や咽頭違和感
などの副作用をモニタリングしつつ漸
増する。目標値は2.00 mA 前後であ
る。時に勘違いされているが、通常刺
激は規則的な間欠的刺激であり持続刺
激ではない。刺激サイクルに関しては
オンタイム30秒/オフタイム5分と
いった設定を起点とし、発作や副作用
の状況をみながら刺激時間の割合が大
きくなるように調整を加えることが多
い。ノーマルモード以外には「マグネ
ットモード」と「オート刺激モード」
がある。いずれも随時刺激であり、そ
れぞれ「マグネットをジェネレータに
かざす」「ジェネレータが設定閾値以
上の心拍上昇を検知する」ことで、別
個に設定した1回分の刺激が入るよ
うになっている。

治療成績については、日本からもレ
ジストリー研究の報告がある。てんか
んの発作頻度が50%以上減少する患
者を治療開始半年後、1年後、2年後、
3年後でみると、それぞれ46.8%、
55.8%、57.7%、58.8%と報告され
ている²⁾。同研究ではVNSにて発作
が消失する患者も3年後に7.8%存在
したと報告されているが、VNSは前
述のとおり発作の減少・軽減を目的と
する緩和的治療であり、患者は引き続
いててんかん発作を有している場合が多
い。効果発現がすぐに現れる患者も存
在する一方、基本的には数か月から数
年にわたり徐々に増強していく時間依
存性を示している。

VNSの
メカニズム

VNSは神経調節療法 (neuromodula-
tion) の一つと考えられている。迷走
神経は約80%が求心性線維からなる
といわれており、主に内臓感覚を脳に
伝達する役割を有している。ジェネレ
ータからリードを介して迷走神経へ伝
達された刺激は、延髄の孤束核へ伝達
され、さらに視床などを経て大脳皮質
の広い範囲に影響を及ぼすと考えられ
ている³⁾。より具体的なメカニズムに
ついてはいくつか想定されているもの
の、その全貌はいまだ明らかになって
いない。マグネットモードやオート刺
激モードはVNSの即時的効果を利用
したものであるが、時間依存性を示す
VNSの治療成績はノーマルモードで
長期的に刺激されることによる慢性的
効果によるものと考えられている。慢
性刺激を通じた神経調節 (神経可塑性
変化、神経ネットワーク変化など) が

治療効果の主体と想定されている。

電気刺激により生じた活動電位の一
部は末梢側 (内臓側) にも伝わる可能
性がある。電気刺激が心臓などに伝わ
ることで生じられる、徐脈や心
停止などの心臓合併症が報告されてい
る [文献2で植込み時に7例 (1.9%)、
12か月後に1例 (0.3%) が報告され
ている]。また、基本的に左迷走神経
を刺激する理由については、右迷走神
経が洞房結節を支配しており、右側を
刺激すると徐脈、心停止、そのほかの
心臓の副作用を引き起こす可能性が高
いとされているからである。

次に周術期のVNSの取り扱いにつ
いて記述する。

麻酔管理・手術時管理の
大前提

併用医療機器や事前準備などで不安を
感じるかもしれないが、大前提として
知っておきたいのは、「刺激を止めて
も、また装置が故障しても、脳活動が
止まることはない」ということであ
る。すなわち、救命処置のためであ
ればVNS装置に影響が出ることをため
らってはならない。

また、VNS治療中の患者はすなわち
薬剤抵抗性てんかんを有しているとい
うことである。患者にとって発作は日
常の一部であることを心に留めておく
と、少し落ち着いて診療に臨めるだ
ろう。

手術時のVNS装置の
オフ/オンのタイミング

実際には、MRI撮影時、結石破碎装置
使用時、低周波治療器使用時以外の併
用注意医療機器使用時には実施

前のパラメータ設定の記載はなく^{4,5)}、
VNS装置側としては必ずしもオフ/
オンは必要ではないと言える。装置へ
の影響以外も考慮して、慣習的にオフ/
オンを行っている施設も多いと考え
られる。

手術時にVNS装置をオフ/オンに
するタイミングについては、もちろん
直前・直後が理想的ではある。しかし
ながら、医療機関の体制 (VNS調整
資格をもつ医師のスケジュール) によ
ってはそれが難しい可能性がある。結
論から言えば、なるべく直前に近いと
ころでオフとし、なるべく直後に近い
ところでオンにすれば特に問題は生
じない可能性が高い。前述のとおり、
VNSの抗てんかん作用が主として長
期的な刺激による神経調整に支えられ
ているからである。数時間のオフによ
り、長期間調整されてきたネットワ
ーク変化が急速に失われるとは考えに
くい。実際に術中のオフが原因で術後
早期の発作が劇的に増悪したとする報
告はほとんどなく、また筆者の施設でも
経験していない。

同様にオフ/オンに伴い迷走神経反
射や心臓合併症が生じることも可能性
は低いと考えてよいが、操作時には症
状などの観察を行う必要がある。

VNS症例での
手術時注意点

執刀医側の留意点として、VNS装置
と手術機器との関係については、VNS
装置の添付文書、メーカー (日本で使
用できるVNS装置はリヴァノヴァ社
製のみ) および公的機関から発出され
る注意喚起文書などを事前に確認し
ておく必要がある。可能であればVNS

10a
17ギ/明朝 (W3)
12H
SHIMADA, Seijiro
東京大学医学部附属病院 脳神経外科

0.5s 11・色ベタ・米地 14s 11

徹底分析
シリーズ

治療装置が埋め込まれている患者の麻酔

主治医ないしは VNS 調整資格を有する医師と事前に打ち合わせをしておくことが望ましい。

最も併用頻度が高いのは電気手術器（電気メス）と想定される。電気メス使用に関しては、可能な限りバイポーラを用い、モノポーラを使用する場合には対極板の位置を工夫し、電流経路がジェネレータおよびリードを横切らないようにすることが、添付文書などで推奨されている^{4,5)}。

体性感覚誘発電位（SEP）や運動誘発電位（MEP）モニタリングについては添付文書に記載はなく、また、まとまった報告もないのが現状である。通電範囲が限局的と考えられるため、影響は少ないことが予想されるが、逆に SEP や MEP 波形に VNS 電気刺激のアーチファクトが混入する可能性があり、一時的に刺激をオフにして対応することが提案される。

乳房切除術や頸部郭清術などで術野に VNS 装置が存在する場合は、事前に VNS 主治医や脳神経外科医と検討を行う必要がある。乳房切除術などの主にジェネレータ側の手術においては、一時的にジェネレータを取り外す、ジェネレータをほかの部位に留置するなどの対応が考えられる。一方、頸部郭清術など主にリード側の手術においては、リード留置による頸部全体の癒着、リードと迷走神経の癒着が存在することから、リードの損傷に加え、神経や血管（総頸動脈や内頸静脈など）の損傷に注意を払う必要がある。優先度次第ではあるが、一時的なリード抜去やリード再留置、左迷走神経刺激が継続できない場合の代替案についても事前に検討しておくことが望ましい。また、

VNS 装置は人工物で感染症に弱い、不潔操作を伴うような手術の場合はより詳細な事前検討が必要と考えられる。

いずれの手術においても、手術後に設定確認を行い、VNS 装置の障害の有無を確認する必要がある。

VNS 患者で生じた
不整脈への対応・除細動

除細動器の使用は、添付文書上は併用注意となっている^{4,5)}。装置の破損や迷走神経束の焼灼の懸念があるからとされる。ただし、救命が最優先であるため、除細動をためらってはならない。影響を最小限にするための措置として、以下のとおりに対応することが推奨されている。

- 除細動器のパドル/パッドを装置からできるだけ離し、ジェネレータおよびリードと垂直になるように当てる。
 - 臨床的に適切な範囲で、最小限のエネルギー出力で使用する。
 - 実施後に装置の動作確認を行う。
- 事前に刺激をオフにする必要はなく、VNS 主治医や脳神経外科医への確認を待つ必要もない。

一方、一時ペースングの併用については添付文書には明記されていない。まとまった報告などもなく、症例ごとに検討が必要と考えられる。植込み型除細動器の場合の注意点として、互いのプログラムへの干渉・不適切な動作が記載されており、一時ペースングの併用においてもシステムチェックを頻回に行うか VNS は一時的にオフとしておく運用が一案として提案される。

いずれにしても、生命維持に必要な治療が優先であり、お互いが干渉しな

いような工夫や一時的な VNS のオフなどの措置を行い、治療終了後にデバイスチェックを行うというバランスの取れた対応が現実的であると考えられる。

故障が疑われた場合の
対応と連携

VNS 装置の故障が疑われる状況としては、術後に刺激時の唝声や咽頭違和感といった自覚症状が突然消失した場合、逆に以前なかった強い痛みや不快感が刺激時に出現する場合、発作頻度が急激に増加した場合などが挙げられる。あるいは術中に装置損傷が疑われる場合もあるかもしれない。前述のとおりに術後に設定確認を行うことが重要ではあるが、麻酔の影響で術直後には患者が違和感に気づかない・申告できない可能性もあり、術後のいずれのタイミングにおいても、異常が疑われる場合には VNS 主治医や脳神経外科医へ早期に連絡していただきたい。設定の異常や装置の故障が確認された場合には、刺激の再設定や装置の交換・再留置を検討する必要がある。

おわりに：
周術期管理の要点

以上、国内ガイドラインや添付文書を含むメーカー資料などを総合して、VNS の基本事項と周術期管理上の留意点を概説した。VNS は長期的な神経ネットワークの調整を通じて発作を軽減するデバイスであり、短期的なオフ/オンや一時的な故障における耐性は高く、即座に生命を左右するような事態にはつながりにくいのでご安心いただきたい。現時点で得られている知見をふまえ、麻酔科医に押さえていた

だきたい要点は、

- ① 術中の一時的オフは多くの場合許容されること
- ② 救命処置が優先されること
- ③ 併用注意医療機器使用時については事前に手順を確認しておけば多くの場合対処可能なこと
- ④ 実施後には必ずシステムチェックを行うこと
- ⑤ 故障が疑われる場合には VNS 主治医や脳神経外科医にすみやかに連絡すること

である。特に③④⑤については遠慮なくご連絡いただきたい。これらを系

統的に実践することで、VNS を有する患者に対しても、通常と同等の安全性と予測可能性を備えた周術期管理を提供することが十分可能であると考えられる。

文献 13a 見出し MB31

1. 日本神経学会監。（協学会：日本てんかん学会、日本脳神経外科学会、日本小児神経学会、日本神経治療学会）「てんかん診療ガイドライン」作成委員会編．てんかん診療ガイドライン 2018. 2022 年 4 月改訂．（https://www.neurology-jp.org/guideline/tenkan_2018.html）（2026 年 3 月 23 日閲覧）
2. Kawai K, Tanaka T, Baba H, et al. Outcome of vagus nerve stimulation for drug-resistant epilepsy: the first three years of a prospective Japanese registry. *Epileptic Disord* 2017 ; 19 : 327-38.
3. 川合謙介．てんかんに対する迷走神経刺激療法．*Brain Nerve* 2011 ; 63 : 331-46.
4. 迷走神経刺激装置 Aspire SR 添付文書．2022 年 4 月改訂．（https://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/kikiDetail/ResultDataSetPDF/390059_22900BZI00006000_A_02_05）（2026 年 3 月 23 日閲覧）
5. 迷走神経刺激装置 SenTiva 添付文書．2025 年 10 月改訂．（https://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/kikiDetail/ResultDataSetPDF/390059_30200BZI00017000_A_01_04）（2026 年 3 月 23 日閲覧）

11 1/2 A.D.