迷走神経刺激装置植え込み術に必要な頸部迷走神経と内頸静脈，総頸動脈との解剖学的位置関係について

高見澤 幸子，森野 道晴

東京都立神経病院脳神経外科・てんかん総合治療センター

Knowledge of Anatomical Relationships of the Vagus Nerve with Internal Jugular Vein and Common Carotid Artery in the Neck Necessary for Vagus Nerve Stimulation (VNS) Surgery

Sachiko Takamizawa, M.D., and Michiharu Morino, M.D.

Department of Neurosurgery and Epilepsy Center, Tokyo Metropolitan Hospital

A precise understanding of the anatomy is essential to perform vagus nerve stimulation (VNS) therapy for refractory epilepsy. We evaluated the anatomical relationships of the cervical vagus nerve with the carotid artery and jugular vein on the basis of findings during VNS surgery.

We investigated the anatomical relationships among the vagus nerve (VN), common carotid artery (CCA), and internal jugular vein (IJV) in 73 patients who underwent VNS surgery at our hospital from December 2010 to January 2015, classified the position of the VN into 5 categories, and studied the frequency of each category.

The position of the VN was medial to the IJV and ventral to the CCA (type 1) in 8 patients (10.9%), medial to the IJV and lateral to the CCA (type 2) in 4 (5.5%), dorsomedial to the IJV and ventral to the CCA (type 3) in 51 (70%), dorsomedial to the IJV and lateral to the CCA (type 4) in 7 (9.5%), and dorsal to the CCA (type 5) in 3 (4.1%).

This report is the first to propose a classification of the anatomical relationships of the VN with the CCA and IJV based on intraoperative findings. According to this classification, the difficulty of VNS surgery increases with advances of the type. Type 3 was the most frequent, and types 2 and 5 were rare.

Understanding the variation in the position of the cervical vagus nerve is considered to contribute to safer surgical manipulations in VNS surgery.

(Received April 3, 2015 ; accepted May 15, 2015)

Key words : vagus nerve stimulation (VNS) surgery, vagus nerve (VN), internal jugular vein (IJV), common carotid artery (CCA)

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 24 : 705-711, 2015

はじめに

迷走神経刺激療法 (vagus nerve stimulation : VNS) は、1997 年に米国食品医薬品局 (FDA) の承認を受けた難治性てんかんに対する緩和治療である。本邦でも 2010 年

7 月に保険適用されて以来、てんかん発作の緩和を目的とした低侵襲治療として普及している。

VNS は、迷走神経を電気刺激し、てんかん発作を抑制する治療である。実際には、左頸部の迷走神経にらせん状の電極装置を巻きつけて、その電極に連結している

連絡先：高見澤幸子，〒183-0042 府中市武蔵台 2-6-1 東京都立神経病院脳神経外科

Address reprint requests to : Sachiko Takamizawa, M.D., Department of Neurosurgery, Tokyo Metropolitan Hospital, 2-6-1 Musashi-dai, Fuchu-shi, Tokyo 183-0042, Japan

リード線と電気刺激発生装置（ジェネレーター）を左胸部～腋窩部の皮下に埋め込んで使用する。VNS は患者の年齢やてんかん分類および発作型による制限を受けず、薬剤抵抗性の難治性てんかんに広く適応がある有効な治療法である。迷走神経の電気刺激により、脳波変化がもたらされることは古くから示されてきたが、論理的背景や作用機序はいまだ明らかではない。また、注意すべきことは、発作焦点切除が可能な症例には基本的に開頭術を第一選択とし、VNS はあくまでも開頭術が適応とならない症例や、多焦点例で焦点切除後に遺残発作が残存した症例などの発作緩和治療として行うべきことである。適応を選ばずに、やみくもに VNS を施行することは、抑制されるべきてんかん発作の残存をもたらしかねない。われわれの施設では、多焦点性のてんかんで、脳梁離断術後に部分てんかんが残存する例や、脳炎後遺症にみられるような両側側頭葉てんかんを VNS の適応としている。

VNS は手術手技が比較的容易であり、脳神経外科医の習得すべき手術法の一つである。しかし、迷走神経は広く重要臓器を支配しており、特に頸部迷走神経は心臓枝を分岐しているため、迷走神経やその枝の損傷は、重篤な合併症をもたらしかねない。また迷走神経は周囲に総頸動脈や内頸静脈が存在し、大血管に手術操作が及ぶリスクを伴う。狭い術野で安全に本手術を行うには、術者に手術に関する解剖学的知識の習熟が求められるのはいうまでもないが、いくら解剖を勉強して手術に臨んでも迷走神経を同定するのに難渋する場合がある。われわれは迷走神経を術中に適切に同定するのが困難であった症例に着目して、迷走神経と総頸動脈および内頸静脈の解剖学的位置関係について研究したところ、いくつかのバリエーションが存在することがわかり、手術難易度を考慮して5つのタイプに分類した。

本稿では迷走神経刺激術の手術法を述べながら、予め知っていれば安全かつ正確な手術を行うことに有用である、迷走神経と総頸動脈および内頸静脈の解剖学的位置関係の新しい分類について述べる。

VNS の手術手技

迷走神経と総頸動脈および内頸静脈の解剖学的位置関係の新しい分類を述べる前に、当施設の VNS の手術法について述べる³⁾。頸動脈内膜剥離術（carotid endarterectomy：CEA）の手術経験がある脳神経外科医であれば、VNS の術式は決して難しいものではないが、CEA を経験していない初心者でも安全に手術が行えるようにする

ためのコツがある。

まず体位が非常に重要で、腕を閉じた仰臥位とし、上体はやや挙上して頸部は伸展位をとることにより、頸部の皮膚に弛みのない術野を確保する。頭部は馬蹄型頭部固定器を用いて、正中位に固定する。右側へ頸部を回旋すると、左側胸鎖乳突筋が引っ張られて、強い緊張をもち、術野に覆いかぶさるので、迷走神経に到達するのが困難になる。また、CEA よりも低位レベルでの手術のため、頸部を伸展位にすれば、正中位であっても下顎が術野の妨げになることはない。

術者は患者の左側に立ち、皮膚切開時より顕微鏡下に手術操作を行う。頸部の皮膚切開は輪状軟骨のレベルで、正中から左側へ皮膚割線に沿った 30 mm 長の切開線をもうける。皮膚切開のレベルは、適切な電極留置位置を意識して行う。頸部迷走神経から心臓枝が分岐する部位は頸椎第 3、4 レベルとされているが、頸部迷走神経なるべく低位まで観察し、心臓枝のないことを確認してから電極留置を行うことが重要である。

皮膚切開後、広頸筋を皮膚切開線と同ラインで切離し、胸鎖乳突筋前縁を露出し、これを外側に牽引する。次に、術野内側に肩甲舌骨筋と胸骨舌骨筋が観察されるので、これら 2 筋の間を十分に剥離し、両者を内側に牽引すると、頸動脈三角を適切に露出することができる。内頸静脈（internal jugular vein：IJV）の内側面に沿って結合組織の剥離を行い、これを外側に牽引すると、深部に総頸動脈（common carotid artery：CCA）が確認される。この時に動静脈と迷走神経の解剖学的位置関係にバリエーションを認めるため、この手術過程での迷走神経の正確な同定が手術を円滑に進める大きなポイントとなる。迷走神経への電極留置を行い、最後にリードとジェネレーターを接続し、ジェネレーターを皮下ポケットに埋め込む。埋め込む前および埋め込み後に、システム診断と試験刺激を行い、誤作動や心電図異常のないことを確認して、手術を終了する。

方 法

VNS を円滑に行うために最も重要な点は、迷走神経の迅速で正確な同定である。一般に迷走神経は頸動脈鞘内で、IJV と CCA の間に位置するとされているが、個体差により簡単に迷走神経が確認できない場合がある。当院では 2010 年 12 月より 104 例に VNS を施行したが、術中に迷走神経の同定に難渋した症例がいくつか存在したことで、決して迷走神経がそれを取り巻く IJV および CCA と一定の解剖学的位置関係をとっているわけでは

Fig. 1 Variation in the anatomical position of the vagus nerve

The position of the left vagus nerve (VN) relative to the left common carotid artery (CCA) and left internal jugular vein (IJV) seen from below are shown as schemes and intraoperative photographs. Yellow circle: VN, blue circle: IJV, red circle: CCA

- A : Type 1. Medial to the IJV and ventral to CCA.
- B : Type 2. Medial to the IJV and lateral to the CCA.
- C : Type 3. Dorsomedial to the IJV and ventral to the CCA.
- D : Type 4. Dorsomedial to the IJV and lateral to the CCA.
- E : Type 5. Dorsal to the CCA.

Fig. 1 (cont'd)

ないと考えた。当院において 2010 年 12 月～2015 年 1 月の期間に、主術者あるいは主術者の指導下に VNS を行った 73 例を対象とし、手術ビデオを再検討することにより、迷走神経と IJV, CCA の解剖学的位置からタイプを分類し、さらにそれぞれのタイプが手術難易度にどのような影響があったのかを後方視的に考察した。迷走神経の位置を以下の 5 つのタイプに分類した。

Type 1: IJV 内側で CCA 腹側 (Fig. 1A)

Type 2: IJV 内側で CCA 外側 (Fig. 1B)

Type 3: IJV 内背側で CCA 腹側 (Fig. 1C)

Type 4: IJV 内背側で CCA 外側 (Fig. 1D)

Type 5: CCA 背側 (Fig. 1E)

結 果

VNS を初回施行された 73 例の内訳は、男 39 例、女 34 例であった。平均年齢は 29 歳 (1～67 歳) で、16 歳未満の小児は 12 例含まれた。平均身長は 153 cm (80～189 cm)、平均体重は 54 kg (11～97 kg)、平均 BMI は 22 であった。

VNS の手術所見から迷走神経と IJV, および CCA の解剖学的位置関係とその手術難易度を考慮した分類は, われわれが渉猟したかぎり初めての報告である.

内訳は, Type 1: 8 例 (10.9%), Type 2: 4 例 (5.5%), Type 3: 51 例 (70%), Type 4: 7 例 (9.5%), Type 5: 3 例 (4.1%) であった. そのうち 16 歳未満の小児例の内訳は, Type 1: 0 例 (0%), Type 2: 0 例 (0%), Type 3: 9 例 (75%), Type 4: 2 例 (17%), Type 5: 1 例 (8%) であった.

タイプ別の平均年齢は Type 1: 34 歳, Type 2: 25 歳, Type 3: 28 歳, Type 4: 29 歳, Type 5: 25 歳. タイプ別平均 BMI は Type 1: 22 kg/m², Type 2: 21 kg/m², Type 3: 21 kg/m², Type 4: 21 kg/m², Type 5: 23 kg/m² であった.

タイプ別の手術時間の平均は, Type 1: 96 分, Type 2: 91 分, Type 3: 97 分, Type 4: 104 分, Type 5: 128 分であった. Type 1・2・3 と Type 4・5 の間に有意差は認めなかった ($p=0.06$).

考 察

VNS の手術手技は, 経験がある脳神経外科医にとっては難しいものではないが, 経験の浅い術者や VNS 初心者にとっては迷走神経の安全かつ正確な同定は最も難しいステップとなり得る. 一般に頸部迷走神経は IJV と CCA の間を走行するとされており, VNS 手術の際には IJV を外側に剥離した後, 直下にみえる CCA と IJV の間の結合組織を丁寧に剥離することで迷走神経を同定できることが多い. しかし実際には, そもそも IJV と CCA の 2 血管の位置関係にバリエーションがあり, さらにこれらの間に迷走神経が存在しないこともある. バリエーションの違いは術野の浅さ深さに影響したり, 手術操作の段階を増やしたりする.

各タイプの解剖学的特徴と, 術野の深さや操作の煩雑さの違いを紹介する. なお手術は全例, 主術者あるいはその指導下に施行しているため, 手術体位, 顕微鏡の角度等は一定しており, 術者の相違による解剖学的位置関係の変化はほとんどなかった.

Type 1 は迷走神経と IJV が同じ深さを走行しているため, 比較的容易に迷走神経を同定できるタイプである. IJV を外側に牽引しなくとも迷走神経に対する手術操作をすることができるため術野が浅くなり, 手術操作はやさしい. また, CCA はより深部に存在しているため, 術野で観察されることがなく, 血管損傷のリスクが少ない.

Type 2 は Type 1 と同様に迷走神経と IJV が同じ深さ

を走行するが, CCA も同じ深さに存在する. そのため迷走神経への操作にあたり, IJV の牽引は必要ないが, 弾性の強い CCA は内側に牽引する必要があるため, やや操作が複雑となる. Type 1 と比較して術野の深さは変わらないが, 操作がやや複雑になるので難易度が上がる.

Type 3 は最もよく認められるタイプである. 迷走神経の腹側に IJV が存在するため, IJV を外側に牽引する必要がある. CCA は迷走神経より深部に存在するので, 牽引の必要はない. Type 2 と比較し, 操作回数は同じだが, 術野が深くなるので, 難易度は上がる.

Type 4 は Type 3 と同様に迷走神経の腹側に IJV が存在するため, IJV を外側に牽引する必要がある. さらに CCA は迷走神経の外側に存在するため, 弾性の強い CCA も内側に牽引する必要がある. Type 3 と違い, 動静脈の牽引操作を必要とし, 術野も深くなるので難易度は高くなる.

Type 5 は, Type 3 や Type 4 と同様に迷走神経の腹側に IJV が存在するため, IJV を外側に牽引する必要がある. さらに CCA も迷走神経の腹側に存在するため, CCA を十分内側に牽引する必要がある. 動静脈の強い牽引操作が必要で, 術野が最も深いタイプであり, 最も難易度が高い.

タイプ別の分類では, Type 3 が最も多く, 全体の 70% を占めた. また, Type 2 と Type 5 は 5% 前後と頻度が低かった. 今回の結果から, 一般的と考えられていた Type 3 は実際には 2/3 程度の頻度であることがわかった. Type 3 のみを念頭に置いて手術を行っていた場合は迷走神経の同定に戸惑うことも多くなる. 基本的には Type 3 の解剖構造を念頭に置き, Type 3 の位置に迷走神経がない場合には, より深層に迷走神経がないかどうか (Type 4, 5),あるいはより浅層に迷走神経が走行していることを見逃していないかどうか (Type 1, 2) をチェックすることが大切である.

IVJ と CCA および迷走神経の解剖学的位置関係に着目したこの分類はタイプが 1 から 5 へ進むにつれて, 迷走神経の走行が深部になり, 血管の牽引操作が増え, 手術手技は困難になる傾向がある. しかしわれわれの分類で述べた難易度は, 術者の主観的な要素を含んでいる面がある. 実際, 迷走神経の同定がやさしいと思われた Type 1・2・3 と, 同定が難しいと思われた Type 4・5 の手術時間を比較したところ, 明らかな有意差は認められなかった. しかし, Type 4・5 では, Type 1・2・3 よりも長時間となる傾向があり, 難易度を反映している可能性が示唆された.

このような解剖学的位置関係のバリエーションは, 個

人の年齢や体格に左右されていることが予想されたが、今回の研究では、関係性はみられなかった。これらのバリエーションは発生段階ですでに形成されている可能性が高い。

迷走神経と頸動静脈のバリエーションについて考えるとき、これらの発生や一般的な解剖構造を知っておく必要がある。

胎生 4~5 週、心臓から連続する腹側・背側大動脈弓の間に、左右 6 対の大動脈弓が形成され、胎生 6 週までに第 1・2・5 大動脈弓は消失する。この時すでに頸部迷走神経は、大動脈弓の脇を走行した後、将来の大動脈弓である第 6 大動脈弓で折り返して反回神経を形成する。

頸部の臓器発生段階で迷走神経および頸部血管がどのように関わり、発生していくのかはいまだ不明な点も多い。しかし、形成後のバリエーションについては調査されており、頸動脈エコーにおける IJV と CCA の位置関係や表在エコーにおける甲状腺と頸部迷走神経および頸動静脈の位置関係については、種々の報告がある。特に頸静脈からの中心静脈カテーテル挿入において、IJV と CCA が腹背側の同一ライン上に位置して重なっていると、CCA を誤って穿刺してしまう危険性がある。そのため、これら動静脈が重なって存在する頻度や重なり の程度、体位・年齢による重なり方の違いについてしばしば検討されてきた。

Troianos ら⁷⁾はカテーテル挿入を目的とした 1,009 人の右頸動脈エコー所見から、CCA に対して IJV が重ならない場合、つまりわれわれの提唱する Type 2 に相当するものは 6.4% のみで、多くの場合は程度の差こそあれ、両者が腹背側に重なる (われわれの分類の Type 1,3,4,5) と報告した。同じく成人の頸動脈エコー 219 例において、CCA に対する IJV の位置関係を細かく分類した Shoja ら⁵⁾の報告によると、重なるタイプの中でも、IJV が CCA に完全に覆いかぶさるタイプは少なく (前房型: 右 1.4%, 左 1.8%), 多くは部分的に重なるタイプであった (前外側型: 右 84%, 左 91.8%)。

さらに Turba ら⁹⁾の 188 人の左頸動脈エコーの結果によると、部分的に重なるタイプといっても重なり の程度に差があり、CCA に対して IJV の大部分が重なるタイプは少なく (CCA に対して IJV がななめ 60 度外側方向に存在: 9%), 多くは一部分のみが重なるタイプ (CCA に対して IJV がななめ 30 度外側方向に存在する: 75%) であるという。

今回のわれわれの分類では CCA に対する IJV の位置は、Type 1, 3, 4, 5 のように IJV が CCA の腹側に重なるタイプが 94.5% と大半を占め、Type 2 のように IJV

が CCA に重ならず CCA の外側に存在するタイプは、5.5% と少なかった。われわれの分類は手術所見を基にしているため、頸動脈エコー所見と完全に一致するものではないが、過去の報告と矛盾しない結果となった。体位に関しては頸部を対側に回旋すると頸動静脈が重なりやすくなる⁶⁾。また年齢別にみると 5 歳以下の小児では頸動静脈が重ならない症例が 66% を占めるのに対し²⁾、60 歳以上では動脈硬化により頸動静脈の重なり の程度が強くなるとされる⁷⁾。当院での VNS 症例の平均年齢は 29 歳で、幼小児や高齢者層が少ないことから、われわれの研究では、年齢による迷走神経走行バリエーションに有意差がみられなかったと考えられた。

表在エコーを基に頸部迷走神経の走行を CCA との位置関係でまとめた Ha ら¹⁾の報告では迷走神経が CCA の外側にあるもの、腹側にあるもの、内側にあるもの、背側にあるものがおのおの 76.9%, 21.1%, 1.6%, 0.3% であった。

頸部迷走神経の上下方向の連続的な走行バリエーションについては、Park ら⁴⁾が 163 例、326 個の迷走神経の表在エコー所見を報告している。通常、迷走神経は CCA の外側を頭側から尾側に向けてルートを変更せずに走行するが、5.5% で迷走神経がルートを変更する症例が存在する。4.3% では迷走神経が CCA の腹側を乗り越えて CCA の内側へとルートを変更しており、1.2% では CCA の背側を走行して CCA の内側へとルートを変更しているとされ、後者のタイプがわれわれの分類の Type 5 に相当すると思われる。

迷走神経が CCA の腹側を乗り越えるバリエーションについては、Tubbs ら⁸⁾が報告した剖検 1 例と類似しており、発生段階における、甲状腺と迷走神経間のもつれに起因していると考えしている。

今回のわれわれの分類では、CCA に対する迷走神経の位置関係は、Type 1~4 のような腹側、外側型が大半を占め (95.9%), Type 5 のような背側型は少なく (4.1%), やはり画像所見を基にした過去の報告と矛盾しない内訳となった。

IJV と CCA および頸部迷走神経の位置関係のバリエーションは、性別や体格による明らかな有意差は得られておらず、主に発生段階での臓器周囲結合組織の発達程度に左右されると考えられる。また年齢による差異もあるが、VNS 患者ではその年齢分布ゆえ、大きな影響はない。そのため VNS 術前に患者の情報から頸部迷走神経の走行パターンを予測することは難しい。一方で過去の報告と本研究の比較から、画像検査と実際の手術所見の解剖学的位置関係は比較的一致すると考えられた。

結 語

今回われわれは、VNS 手術の際に CCA と IJV および頸部迷走神経の解剖学的位置関係のバリエーションについて手術操作の難易度を考慮した分類を行った。IJV と CCA および頸部迷走神経の走行は非常に個人差が多い。VNS 手術において、より安全で正確な手術を行うためには、手術過程の中で適切に迷走神経を確認する必要がある。そのためには、迷走神経と IJV および CCA の解剖学的位置関係のバリエーションとその頻度を念頭に置いて、手術に臨むことが重要である。

研究費交付および謝辞など

日本脳神経外科学会への COI の自己申告を完了しています。本研究において報告する COI はありません。本報告の要旨は第 124 回日本脳神経外科学会関東支部学術集会にて報告しました。

文 献

- 1) Ha EJ, Baek JH, Lee JH, Kim JK, Shong YK: Clinical significance of vagus nerve variation in radiofrequency ablation of thyroid nodules. *Eur Radiol* **21**: 2151-2157, 2011.
- 2) 茅島顕治, 今井敬子, 宗前玲子: 超音波画像による小児の総頸動脈と内頸静脈の重なるの検討. *麻酔* **62**: 161-

167, 2013.

- 3) 森野道晴: 写真と動画で学ぶてんかんの手術. 難治性てんかんに対する手術の極意を伝授. 東京, メジカルビュー社, 2013.
- 4) Park JK, Jeong SY, Lee JH, Lim GC, Chang JW: Variations in the course of the cervical vagus nerve on thyroid ultrasonography. *AJNR Am J Neuroradiol* **32**: 1178-1181, 2011.
- 5) Shoja MM, Ardalan MR, Tubbs RS, Loukas M, Vahedinia S, Jabbary R, Jalilvand M, Shakeri A: The relationship between the internal jugular vein and common carotid artery in the carotid sheath: the effects of age, gender and side. *Ann Anat* **190**: 339-343, 2008.
- 6) Sulek CA, Gravenstein N, Blackshear RH, Weiss L: Head rotation during internal jugular vein cannulation and the risk of carotid artery puncture. *Anesth Analg* **82**: 125-128, 1996.
- 7) Troianos CA, Kuwik RJ, Pasqual JR, Lim AJ, Odasso DP: Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography. *Anesthesiology* **85**: 43-48, 1996.
- 8) Tubbs RS, Loukas M, Shoja MM, Blevins D, Humphrey R, Chua GD, Kelly DR, Oakes WJ: An unreported variation of the cervical vagus nerve: anatomical and histological observations. *Folia Morphol (Warsz)* **66**: 155-157, 2007.
- 9) Turba UC, Uflacker R, Hannegan C, Selby JB: Anatomic relationship of the internal jugular vein and the common carotid artery applied to percutaneous transjugular procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol* **28**: 303-306, 2005.

要 旨

迷走神経刺激装置植え込み術に必要な頸部迷走神経と内頸静脈、総頸動脈との解剖学的位置関係について

高見澤幸子 森野 道晴

難治性てんかんに対する迷走神経刺激療法は、比較的手術手技が容易であるが、迷走神経の正確で迅速な同定が重要である。迷走神経とその周囲の総頸動脈 (CCA) および内頸静脈 (IJV) の解剖学的位置関係にはバリエーションが多く、症例によっては迷走神経の同定に難渋することがある。われわれは、頸部迷走神経の走行を CCA, IJV との位置関係から 5 つのタイプに分類した。

Type 1: IJV 内側で CCA 腹側, Type 2: IJV 内側で CCA 外側, Type 3: IJV 内背側で CCA 腹側, Type 4: IJV 内背側で CCA 外側, Type 5: CCA 背側。

最も頻度が高いのは Type 3 である。Type 1 から 5 になるにしたがい、手術手技が煩雑になり、難易度も高くなる。このような解剖学的バリエーションを念頭に置いて VNS 手術に臨むことは、初心者でも安全で正確な手術を行ううえで効果的である。

脳外誌 24: 705-711, 2015

迷走神経刺激

東京女子医科大学脳神経外科 平 孝臣

迷走神経を電気刺激するとてんかん発作が低減するという認識は、脳波の歴史と同程度の古い歴史があり、刺激により脳波が非同期化するという知見から研究が始まった。ヒトへの応用は1990年代前半から行われ、その効果は確立されている。一方で、米国などでは本治療がやや乱用されている感もあり、うつ病や痛みなどへの応用もされ、頸部や耳介部の迷走神経を経皮的に刺激するという試みもなされている。本邦では適正使用のため術者の資格が限定されており、良好な quality control がなされていることが非常に評価できる点である。私自身は治験の段階から本治療に関与して治療後20年を経過し

た例を経験しているが、この数年は一度も発作をきたしていない。

本論文は、頸部迷走神経と頸動脈、頸静脈との関係を多くの経験から具体的に記載したもので、より正確で低侵襲な手術のために非常に有用な情報が記載されている。また、頸動脈血栓内膜剝離術においても有用な知見と考えられる。普段何気なく行っている手技の中で、詳しく記録して記載するということの重要性を示唆する優れた論文であると思う。今後さらに迷走神経刺激の効果の機序が解明されていくことを期待する。