

NIRS モニタリング

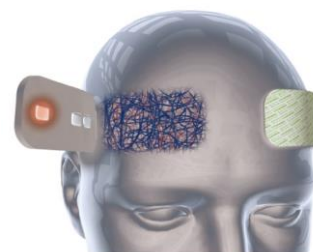
頸動脈ステント留置術における NIRS・脳オキシメータの有用性

NIRS・脳オキシメータについて

脳オキシメータとは、脳の血中酸素飽和度の持続的な測定及びモニタリングを行うための装置です。

測定及びモニタリングは頭部に設置したプローブによって行なわれます。

INVOS™は、NIRS：near infrared spectroscopy（近赤外線分光法）を用いて脳や骨格筋など組織の酸素飽和度（ rSO_2 ）を測定する脳オキシメータです。

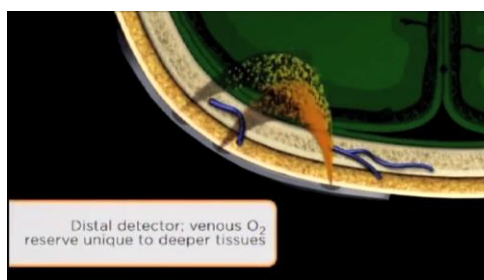


NIRS の歴史は意外にも古く 1990 年代から臨床では主に心臓血管外科の術中に活用されてきました。また同時に脳血管外科領域でも内頸動脈狭窄症に対する治療中に使用されるようになり久しいモニタです。

原理や詳細は、是非 Video やカタログをご参照ください（以下リンク）。



製品ページをみる



原理の説明動画をみる

はじめに ～CASとNIRS～

脳血管外科領域において NIRS モニタは、頸動脈内膜剥離術（carotid endarterectomy：CEA）では術中の内頸動脈遮断中の脳低灌流の検出や術後の過灌流症候群の検出の評価¹⁾などエビデンスの蓄積から、2018 年に保険が適用（区分番号 K609 動脈血栓内膜摘出術）となり、活用が広がっています。

一方で、International Carotid Stenting Study²⁾は、頸動脈ステント留置術（carotid artery stenting：CAS）と CEA を比較し、脳卒中の手技関連リスクが CAS でより高いことを示唆しています。具体的な合併症としては、血管内腔への機械的刺激によって引き起こされる発作性血管痙攣、ステント留置に伴うプラークの破綻による血栓塞栓性合併症、ステント留置後の脳過灌症候群、また頸動脈圧受容体刺激による迷走神経反射から徐脈・低血圧などの循環動態に関連する合併症など様々なリスク等が挙げられます。そのため脳モニタリングは、重要な位置づけになりうると考えられます。しかしながら、これまでのところ CAS の脳モニタリング管理については施設により異なっており、まだ一貫した充分なエビデンスや声明がないのが現状です。

本稿では、CAS 術中から術後の NIRS モニタリングの有用性について、CEA でのエビデンスも交えながら論文情報を元に考察していきます。



PROTEGE 頸動脈ステントセット
スパイダー・プロテクション・デバイス

CAS 中の血管攣縮・循環動態変調に伴う脳血流低下の監視

頸動脈ステント留置術（CAS）の合併症の1つに、ガイドワイヤー、カテーテル、ステント回収装置、または遠位保護装置による血管内腔の機械的刺激によって引き起こされる発作性血管攣縮があります³⁾。ある研究では、CAS 中の血管攣縮の発生率は40%であり⁴⁾、さらにガイドワイヤーと遠位保護装置による管腔内表面の刺激と損傷を悪化させる可能性が指摘されています⁴⁾。Padhy ら⁵⁾は、NIRS を用いたリアルタイム脳オキシメータは、血管攣縮による脳低酸素血症のエピソードを検出し、CAS などの神経介入手順中の低酸素性脳損傷の予防のための介入を容易にする可能性があることを報告しています。

Moritz ら⁶⁾による CEA 中の研究では、TCD（経頭蓋ドップラー）と NIRS は SEP と比較して脳虚血の検出精度が高く、手技中の継続的な TCD モニタリングは技術的に困難であり、NIRS をこの設定で優れたモニタであると結論付けています。

	最良適合			
	カットオフ値	感度	特異度	AUC
TCD（変化率）	48%	100%	86%	0.973
脳rSO ₂ （変化率）	20%	83%	83%	0.905
SP（平均値）	40mmHg	100%	75%	0.925
SEP（変化率）	50%	82%	57%	0.749

図1：CEAにおける脳虚血の検出精度

さらに CAS を受けている患者における NIRS を評価した予備研究では、脳 rSO₂ の変化は評価が容易であり、虚血性神経症状と有意に相関していることが報告⁴⁾されています。

これらを考慮すると NIRS による脳オキシメータモニタリング（脳酸素飽和度測定）は、CAS 施行中における血管攣縮、また迷走神経刺激による循環動態の変調を起因とした脳血流低下・脳虚血検知において活用の余地があると考えられます。

CAS 中の脳過灌流症候群のリスク低減に向けた介入

脳過灌流症候群（cerebral hyperperfusion syndrome：CHS）は、頸動脈狭窄の外科的治療後の稀（CEA 後約1.9%、CAS 後約1.2%⁷⁾）ですが、好発時期は CEA ではおよそ1週間、CAS では術後早期とされており、致命的な合併症です。CHS は特に CAS では術後早期に起こる合併症とされていることから、CAS 中に CHS の危険性がある患者を特定する必要があります⁸⁾。CHS 診断における SPECT の有効性については、これまでの研究から明らかにされていますが⁹⁾、SPECT は複雑で費用や時間を要する手技です。

Matsumoto ら¹⁰⁾による CAS を受ける患者を対象とした研究では、CAS 再灌流後3分値が rSO₂ 10%を超えて上昇する場合（図2）は、CHS のリスクが高いと見なされるべきであり、直ちに血圧をより厳密に制御し、継続的な NIRS モニタリングを実行する必要があると報告しています。NIRS によって測定された周術期の局所脳酸素飽和度の上昇は、頸動脈ステント留置後の脳過灌流症候群の優れた予測因子となり得ると結論付けました。

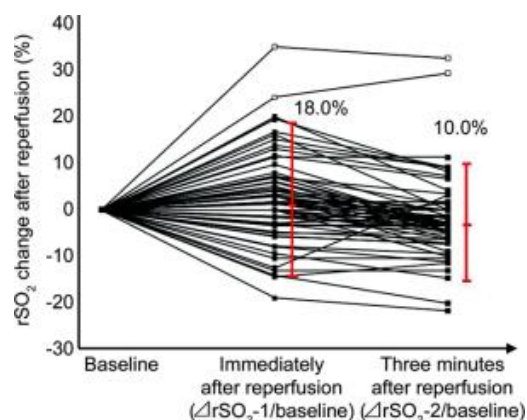


図2：全64例CAS施行中の脳局所酸素飽和度（rSO₂）変化

更に近年、Okuma ら⁸⁾は早期の CHS を予防する新しい選択肢として、同側脳領域の酸素飽和度と対側領域の酸素飽和度の比率に合わせ閉塞バルーンを徐々に収縮させる「outlet gate technique (OGT)」という方法を考案しました。NIRS を活用しながら CHS 低減に努めた報告として大変興味深い研究です。

まとめ

上記のほか、くも膜下出血後のスパズムに対する薬剤管理¹¹⁾や血栓溶解治療¹²⁾など、脳血管治療の領域における NIRS の報告も近年増加しており、その活躍の場はますます広がりを見せています。NIRS による脳オキシメータモニタリング（脳酸素飽和度測定）は、非侵襲的、継続的、リアルタイムであるという利点があります。様々な合併症リスクを有する CAS においてそのリスクを回避する一助として、活用してみたいかがでしょうか。

Reference

1. 心臓血管麻酔学会. 心臓血管麻酔における近赤外線脳酸素モニターの使用指針 2017 [cited 2022/6/1]. <https://www.jsca.org/uploads/userfiles/files/NIRS%E4%BD%BF%E7%94%A8%E6%8C%87%E9%87%9D%E3%80%90%E6%9C%80%E7%B5%82%E3%80%91.pdf>.
2. International Carotid Stenting Study i, et al. Lancet. 2010;375(9719):985-97. PMID:20189239
3. Garcia-Bermejo P, et al. Interv Neuroradiol. 2015;21(1):19-22. PMID:25934770
4. Horie N, et al. Neuroradiology. 2005;47(5):375-9. PMID:15856214
5. Padhy SK, et al. Brain Circ. 2019;5(2):90-3. PMID:31334362
6. Moritz S, et al. Anesthesiology. 2007;107(4):563-9. PMID:17893451
7. Ogasawara K, et al. J Neurosurg. 2007;107(6):1130-6. PMID:18077950
8. Okuma Y, et al. Adv Exp Med Biol. 2021;1269:63-7. PMID:33966196
9. Hosoda K, et al. Stroke. 2003;34(5):1187-93. PMID:12702841
10. Matsumoto S, et al. Neurology. 2009;72(17):1512-8. PMID:19398706
11. Mutoh T, et al. Surg Neurol Int. 2011;2:68. PMID:21697982
12. Hametner C, et al. J Cereb Blood Flow Metab. 2015;35(11):1722-8. PMID:26243709

販売名 / 医療機器承認番号 / 製造販売元

INVOS モニタリングシステム / 30100BZX00181000 / コヴィディエンジャパン株式会社

PROTEGE 頸動脈ステントセット / 22400BZX00175000 / 日本メドトロニック株式会社

スパイダー・プロテクション・デバイス / 22400BZX00174000 / 日本メドトロニック株式会社

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意等の情報につきましては製品の電子添文をご参照ください。

© 2023 Medtronic. Medtronic及びMedtronicロゴマークは、Medtronicの商標です。
TMを付記した商標は、Medtronic companyの商標です。

Medtronic

コヴィディエンジャパン株式会社

[medtronic.co.jp](https://www.medtronic.co.jp)