

人工心肺およびECMOにおける 局所酸素飽和度モニタリングによる 下肢灌流管理の有用性



長嶋 耕平 先生

学歴

2007年 3月	北海道ハイテクノロジー専門学校 臨床工学技士学科	卒業
2016年 10月	昭和大学大学院 保健医療学研究科 博士前期課程	入学
2018年 9月	昭和大学大学院 保健医療学研究科 博士前期課程	修了
2018年 10月	昭和大学大学院 保健医療学研究科 博士後期課程	入学
現在に至る		

職歴

2007年 4月	鳩仁会 札幌中央病院 臨床工学科	入職
2009年 3月	鳩仁会 札幌中央病院 臨床工学科	退職
2009年 4月	日本心臓血圧研究振興会付属 神原記念病院 臨床工学室	入職
2013年 12月	日本心臓血圧研究振興会付属 神原記念病院 臨床工学室	退職
2014年 1月	地域医療振興協会 東京ベイ・浦安市川医療センター 臨床工学室	入職
2019年 3月	地域医療振興協会 東京ベイ・浦安市川医療センター 臨床工学室	退職(2019年4月より非常勤職員)
2019年 4月	国家公務員共済組合連合会 虎の門病院	入職
現在に至る		

取得資格

2011年	3学会合同呼吸療法認定士
2012年	透析技術認定士
2013年	体外循環技術認定士

学位

2018年	保険医療学 修士
-------	----------

所属学会・学術活動

日本臨床工学技士会／日本体外循環技術医学会／日本人工臓器学会
胸部外科学会
2017年～日本体外循環技術医学会 関東甲信越地方会 役員

はじめに

近赤外線分光法(Near Infrared Spectroscopy:NIRS)による局所酸素飽和度(regional oxygen saturation:rSO₂)モニタリングは従来から人工心肺中に脳灌流状態を把握するためのモニタリング(特に循環停止を伴う大血管手術時)として使用されてきました¹⁾。アメリカにおける人工心肺のガイドラインでも人工心肺中の適正灌流量を考慮する際に脳の酸素化をモニタリングすることを推奨しています²⁾。また、2020年にヨーロッパの心臓外科、麻酔科、人工心肺の3学会から発信された人工心肺のガイドラインにおいてもNIRSを含めた酸素代謝モニタリングによって人工心肺中の適切な血流量を評価することを推奨しています³⁾。

本邦では2018年度からその有用性が認められ、人工心肺中の脳灌流モニタリングは保険収載されています⁴⁾。

私たちは全ての人工心肺(cardiopulmonary bypass: CPB)症例においてINVOS™を使用した脳灌流モニタリングを施行しています。また人工心肺を使用しないオフポンプ冠動脈バイパス術や経カテーテル的大動脈弁置換術(TAVI, TAVR)でも循環動態評価の指標の一つとして、rSO₂モニタリングを施行しています。

低侵襲心臓手術(minimally invasive cardiac surgery: MICS)やExtracorporeal membrane oxygenation(ECMO)では大腿動脈送血による送血側下肢虚血が起こることが報告されています⁵⁾。そのため、下肢においても灌流状態把握のモニタリングとしてINVOS™を使用しています。(表1)

今回はMICSおよびECMOの下肢灌流モニタリングに焦点を絞って話を進めていきたいと思います。

頭部および下肢(4ch)	<ul style="list-style-type: none"> 大血管(循環停止を伴う) MICS □ ECMO
頭部のみ(2ch)	<ul style="list-style-type: none"> 大血管、MICS以外の人工心肺症例 オフポンプ冠動脈バイパス術
下肢のみ(2ch)	<ul style="list-style-type: none"> 腹部大動脈人工血管置換術

表1 当院におけるINVOS™使用症例

1. MICSにおける使用

i. MICS時の下肢灌流モニタリング

2018年度より胸腔鏡下弁膜症手術が新たに保険収載されました⁶⁾。これによって今後さらに胸骨を温存するMICSの症例数が増加していくことが予想されます。

MICSには早期回復や輸血量減少などの利点があることが知られていますが、一方でピットフォールもあり⁷⁾、その多くは特殊な体外循環に関連しています。MICSで通常用いられる大腿動脈送血による下肢虚血はそのひとつです。我々は2013年以前に筋膜切開を要した下肢虚血症例を経験したことがあり、それ以来MICS全症例で下肢灌流モニタリングを行っています。(図1、2)

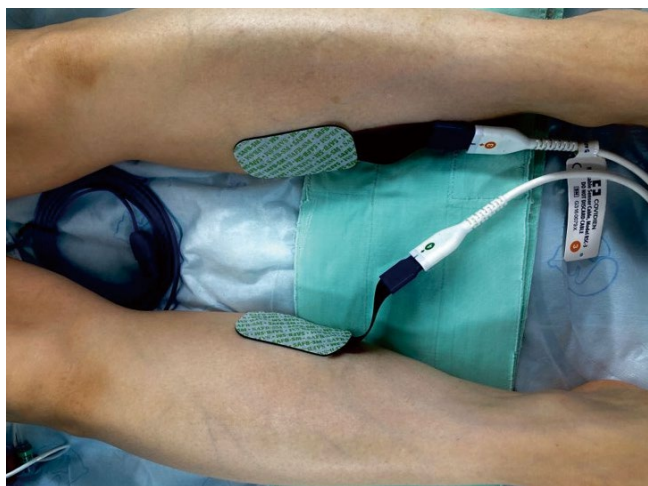


図1 下肢のINVOS™センサの貼付(左:頭側 右:尾側)



図2 4ch rSO₂モニタリング

ii. 使用カニューレ

先端がワイヤで強化されている先端強化型の体外循環用カニューレ (Medtronic社製Bio-Medicus™ NexGen成人用大腿動脈/頸動脈カニューレ) を使用しています。(図3)



図3 先端強化型カニューレ (Medtronic)

iii. カニューレ挿入方法

全症例において、鼠径部に切開をおき、総大腿動脈前面を外科的に露出します。5-0 polypropylene糸でpurse-string sutureをおき、針を穿刺のうえ経食道心エコーガイド下にセルジンガー法でカニューレを挿入しています。この際、カニューレの最も近位側の側孔を背側面にし、側孔が血管外に出ないための最小限の長さを挿入しています。カニューレの側孔から末梢側へ血流が保たれるようにカニューレ挿入を施行しています。(図4)

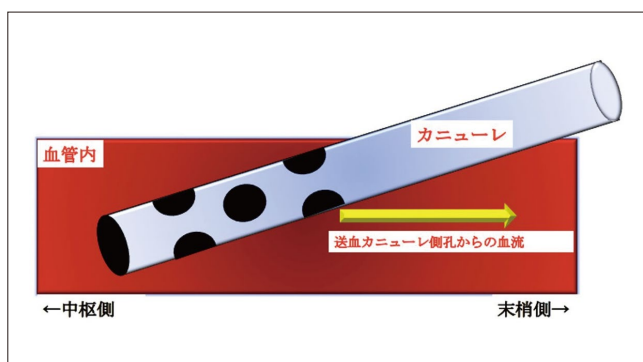


図4 MICS時のカニューレ挿入方法

iv. rSO₂モニタリング:低下時のプロトコール (図5)⁸⁾

- (1) rSO₂がカニュレーション前より25%低下時
CPB中の灌流圧が低い場合は灌流圧を70mmHg以上に上昇させます。その後もrSO₂低下が持続する時はFAの血管攣縮を疑い、血管拡張薬を直接大腿動脈周囲に散布します。心筋保護液注入後の血液希釈時に低下した場合は血液希釈を血液濃縮器にて是正します。
- (2) 上記を施行してもrSO₂がカニュレーション前より50%以上の低下が持続する時
6Frシースを使用し、送血カニュレの側枝から遠位側灌流(distal perfusion:DP)を施行します。
※%数値は相対的な変化を示しています。

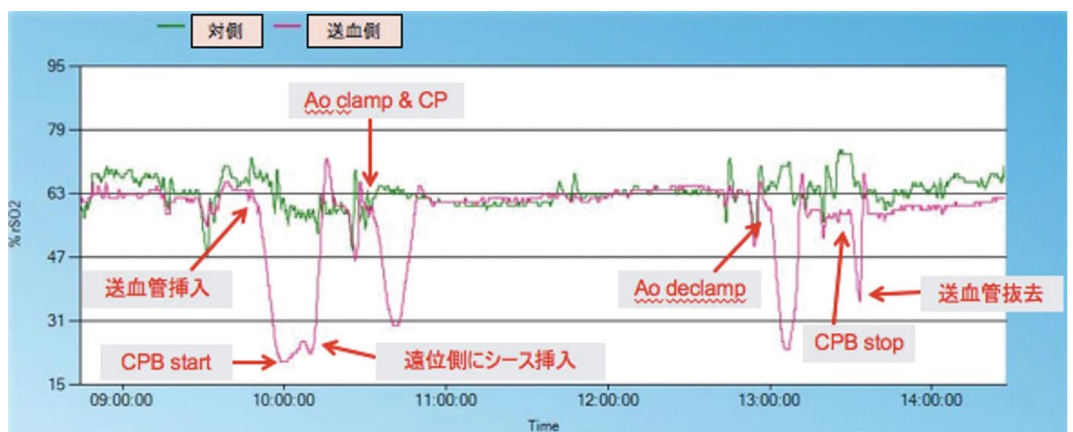
2. ECMOにおける使用

i. ECMO施行中のINVOS™による下肢灌流プロトコール

ECMO施行中は抗凝固に伴う出血やECMOデバイスの凝固、ECMOのポンプ異常、脳神経学的合併症、感染、腎不全など様々な合併症が起こる可能性があります。大腿動脈送血による下肢虚血(発症率13~25%)も重篤な合併症の一つとして報告されています⁹⁾。ELSOガイドラインにおいても送血側下肢灌流管理を適切に施行することが推奨されており、下肢虚血が発生した場合はDPを施行することを推奨しています¹⁰⁾。しかし、DPを施行することで大動脈解離、血管の攣縮、塞栓などの二次的な合併症を引き起こす可能性があることも報告されています¹¹⁾。症例にもよりますが、ECMO施行期間は通常CPBよりも長期の場合が多く、より厳格な下肢灌流管理が求められると思います。

ii. ECMO施行中の下肢灌流プロトコール

- (1) 全症例において両側下腿にrSO₂モニタリングを施行します。
- (2) rSO₂以外に足背動脈の触知、超音波血流計、採血データ(クレアチンキナーゼ、血中乳酸値の上昇など)や下肢虚血の状態を目視によって確認するなどして評価します。
- (3) 上記の下肢灌流状態の評価を総合的に判断し、必要であればDPを施行します。

図5 下肢rSO₂低下時のプロトコール図6 下肢rSO₂が低下し、DP施行した症例のrSO₂の推移

最後に

rSO₂モニタリングは特性上脈圧がなくても測定が可能であり、CPBやECMOと相性の良いモニタリングだと感じています。私たちはINVOS™を用いた下肢灌流管理を施行してからは2014年以降、MICS症例500例以上においては一例も下肢虚血合併症を経験していません。rSO₂モニタリングは低侵襲であり、かつ的確に下肢血流を評価することができます。もちろんrSO₂が示す値が全てではないですが、他のモニタリング等と多角的に評価することで、大腿動脈送血による下肢虚血合併症を低減させ、より質の高い医療を提供することに繋がると筆者は思っています。

Reference

- 1) 朝日 亨, 他. 体外循環技術; 2002. p. 280.
- 2) Baker RA, et al. J Extra Corpor Technol. 2013;45(3):156-66. PMID:24303597
- 3) Puis L, et al. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2020;30(2):161-202. PMID:31576402
- 4) 小野 章. 診療報酬早見表. 医学通信社; 2018. 763 p.
- 5) Tarui T, et al. Perfusion. 2018;33(7):533-7. PMID:29637839
- 6) 小野 章. 診療報酬早見表. 医学通信社; 2018. 711 p.
- 7) Tabata M, et al. Circ J. 2013;77(9):2232-9. PMID:23912837
- 8) 長嶋 耕平, 他. 体外循環技術. 2020;47(1):22-7.
- 9) Lafç G, et al. Heart Lung Circ. 2014;23(1):10-23. PMID:24144910
- 10) ELSO Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support Extracorporeal Life Support Organization [cited 2020/7/1]. https://www.else.org/Portals/0/ELSO%20Guidelines%20For%20Adult%20Respiratory%20Failure%201_4.pdf.
- 11) Bonicolini E, et al. Crit Care. 2019;23(1):266. PMID:31362770

製造販売元：コヴィディエンジャパン株式会社

販売名：INVOS 5100C システム

医療機器承認番号：30100BZX00181000

製造販売元：日本メドトロニック株式会社

販売名：BioMedicus NextGen カニユーレ（ノンコート）

医療機器承認番号：22800BZX00194000

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意点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。

© 2020-2022 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

お問い合わせ先

コヴィディエンジャパン株式会社

Tel : 0120-998-971

medtronic.co.jp