

# 論文内容要旨

## 論文題目

心肺蘇生中における近赤外分光法による脳組織酸素飽和度を用いた蘇生可能性の予測

指導（紹介）教授： 永瀬 智  
氏 名： 坂口 健人

## 【内容要旨】（1, 200字以内）

### 【背景】

心停止傷病者の予後予測及び胸骨圧迫の質の評価の指標の一つとして脳組織酸素飽和度が注目されている。心肺蘇生（CPR）中の脳組織酸素飽和度は自己心拍再開（ROSC）する症例で上昇することが指摘されており、更なる活用が期待されている。我々は脳組織酸素飽和度のうち、NIRO 200-NX（浜松ホトニクス、浜松市）により測定可能な、近赤外分光法による組織酸素飽和度（ $\text{SnO}_2$ ）に着目した。 $\text{SnO}_2$ は他の組織酸素飽和度とは異なる原理で測定される新しいパラメータであり、心肺蘇生中の $\text{SnO}_2$ の測定が、ROSCの予測及び胸骨圧迫の質の評価に有用であるか検討した。

### 【方法】

本研究では心肺蘇生中の $\text{SnO}_2$ の測定の有用性に関する2つの後方視的観察研究を行った。研究1はCPR中の $\text{SnO}_2$ がROSCの予測に役立つか、また研究2はCPR中の $\text{ETCO}_2$ と $\text{SnO}_2$ の関係について、明らかにすることを目的とした。

山形大学医学部附属病院救急部へ搬送された18歳以上の院外心停止患者のうち、来院後にCPR中の脳組織酸素飽和度を測定した症例を対象とした。研究1は2017年10月から2019年9月の期間に搬送された症例を分析の対象とし、研究2は2019年4月から2021年3月までに搬送された症例のうち、経口気管挿管が実施された症例を対象とした。

脳組織酸素飽和度は前額部にプローブを貼付し、 $\text{SnO}_2$ と組織酸素化指数（TOI）が同時に測定された。測定開始直後から1分間の平均値を「初期」、測定開始直後から蘇生終了までの平均値を「平均」、CPR中の最大値を「最大」として算出した。研究1ではROC曲線と曲線下面積（AUC）を計算しROSCを予測可能か検討し、研究2では気管挿管3分後の値と、平均 $\text{EtCO}_2$ を算出し、CPR中の脳組織酸素飽和度と $\text{ETCO}_2$ の相関関係について検討した。

### 【結果】

研究1では42例が対象となり、年齢の中央値は81.5歳であった。 $\text{SnO}_2$ は非ROSC群と比較しROSC群において有意に高値であり（初期（37.5% vs 24.2%、 $p=0.015$ ）、平均（44.6% vs 10.8%、 $p<0.001$ ）、最大（79.7% vs 58.4%、 $p<0.001$ ）、TOIは、平均（45.1% vs 36.8%、 $p=0.018$ ）、最大（71.0% vs 46.3%、 $p=0.001$ ）においてROSC群で有意に高値であった。平均 $\text{SnO}_2$ のAUCは0.822（95%信頼区間[CI]: 0.672–0.973、カットオフ値41.8%）、最大 $\text{SnO}_2$ のAUCは0.821（95% CI: 0.682–0.960、カットオフ値70.8%）、最大TOIのAUCは0.809（95% CI: 0.667–0.951、カットオフ値49.3%）であった。

研究2は28例が対象となり、年齢の中央値は78.0歳であった。 $\text{ETCO}_2$ と脳組織酸素飽和度との相関係数は、気管挿管3分後において $\text{SnO}_2$ が0.586（ $p=0.004$ ）、TOIが0.555（ $p=0.003$ ）であり、CPR中の平均値においては、 $\text{SnO}_2$ が0.630（ $p=0.002$ ）、TOIが0.643（ $p<0.001$ ）であった。

### 【結語】

CPR中の $\text{SnO}_2$ はROSC群で有意に高値であった。さらにROSCする症例では救急部到着時の $\text{SnO}_2$ が非ROSC群と比較して高値であり、救急部到着時にはすでに全身の酸素化が改善しつつあることが示唆された。また、気管挿管3分後と平均値において脳組織酸素飽和度と $\text{ETCO}_2$ は正の相関を認め、特に気管挿管3分後では $\text{SnO}_2$ において $\text{ETCO}_2$ と良い相関を示した。 $\text{SnO}_2$ はROSCの予測の指標及び胸骨圧迫の質の指標となる可能性が示唆された。

2024 年 12 月 16 日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

## 学位論文審査結果報告書

申請者氏名：坂口 健人

論文題目：心肺蘇生中における近赤外分光法による脳組織酸素飽和度を用いた蘇生可能性の予測

審査委員：主審査委員

内田 敏郎 

副審査委員

佐藤 慎哉 

副審査委員

山崎 良彦 

審査終了日： 2024 年 12 月 16 日

### 【 論文審査結果要旨 】

心停止患者の予後改善には、質の高い心肺蘇生(CPR)が重要であり、CPR中に自己心拍再開(ROSC)の可能性を予測できる生理的モニタリング指標の確立が課題である。ROSCを予測する指標として、組織酸素化指数(TOI)、 $\text{SnO}_2$ などの脳組織酸素飽和度や呼気終末二酸化炭素分圧( $\text{ETCO}_2$ )があり、TOIや $\text{ETCO}_2$ に関しては救急領域で多くの研究がある。一方、 $\text{SnO}_2$ は測定機器の国内普及が不十分で研究報告もほとんどない。TOIは脳組織局所のヘモグロビン酸素飽和度を示すが、 $\text{SnO}_2$ は局所ヘモグロビン濃度変化量の酸素飽和度を表す。 $\text{SnO}_2$ は全身の酸素化改善をTOIよりも確実に早期に検出できる可能性があり、ROSCの新たな指標として期待される。

本研究では、CPR中の $\text{SnO}_2$ 測定の有用性に関する二つの後方視的検討を行った。研究1は、CPR中 $\text{SnO}_2$ のROSC予測の有効性に関して、院外心停止患者をROSC群と非ROSC群に分類し、CPR経過中の $\text{SnO}_2$ とTOIを両群で時系列的に比較検討した。研究2では、気管内挿管された心停止患者を対象としてCPR中の $\text{ETCO}_2$ と $\text{SnO}_2$ 、TOIとの相関関係を検討した。

結果として、研究1では、初期 $\text{SnO}_2$ 、平均 $\text{SnO}_2$ 、最大 $\text{SnO}_2$ 、最大TOI、平均TOIがCPR中のROSC予測因子となる可能性が示唆された。来院直後の初期では、 $\text{SnO}_2$ のみがROSC群で高値であり、TOIよりもROSCの予測に役立つ可能性が考えられた。来院直後からの $\text{SnO}_2$ とTOIの経時的変化量は、5分後、10分後までROSCの有無で有意差を認めず、10分後までの経時的評価ではROSC予測への有効性に言及できるデータは得られなかった。研究2では、CPR中の $\text{SnO}_2$ 、TOIと $\text{ETCO}_2$ の間に正の相関関係を認めた。

本研究は、 $\text{SnO}_2$ 測定が従来のTOIと比較してCPR中のROSCの予測およびCPRの質の評価に有用である可能性を示し、救急医学の現場における新しい重要な学術的知見を明らかにした。一方、審査会では、得られたデータの解釈、 $\text{SnO}_2$ 測定値へ影響する因子が多岐にわたることへの考察など、再考が望ましい点に関する指摘および今後の研究方針に対する助言があった。本研究論文は、重要かつ十分な学術的意義があり、審査会での指摘事項を修正することで、学位論文に値するものと判断する。

(1, 200字以内)