

院内CPAにおける 脳組織酸素飽和度モニタリング

2016. 8. 16

聖マリアンナ医科大学病院

藤井 修一

本日の論文

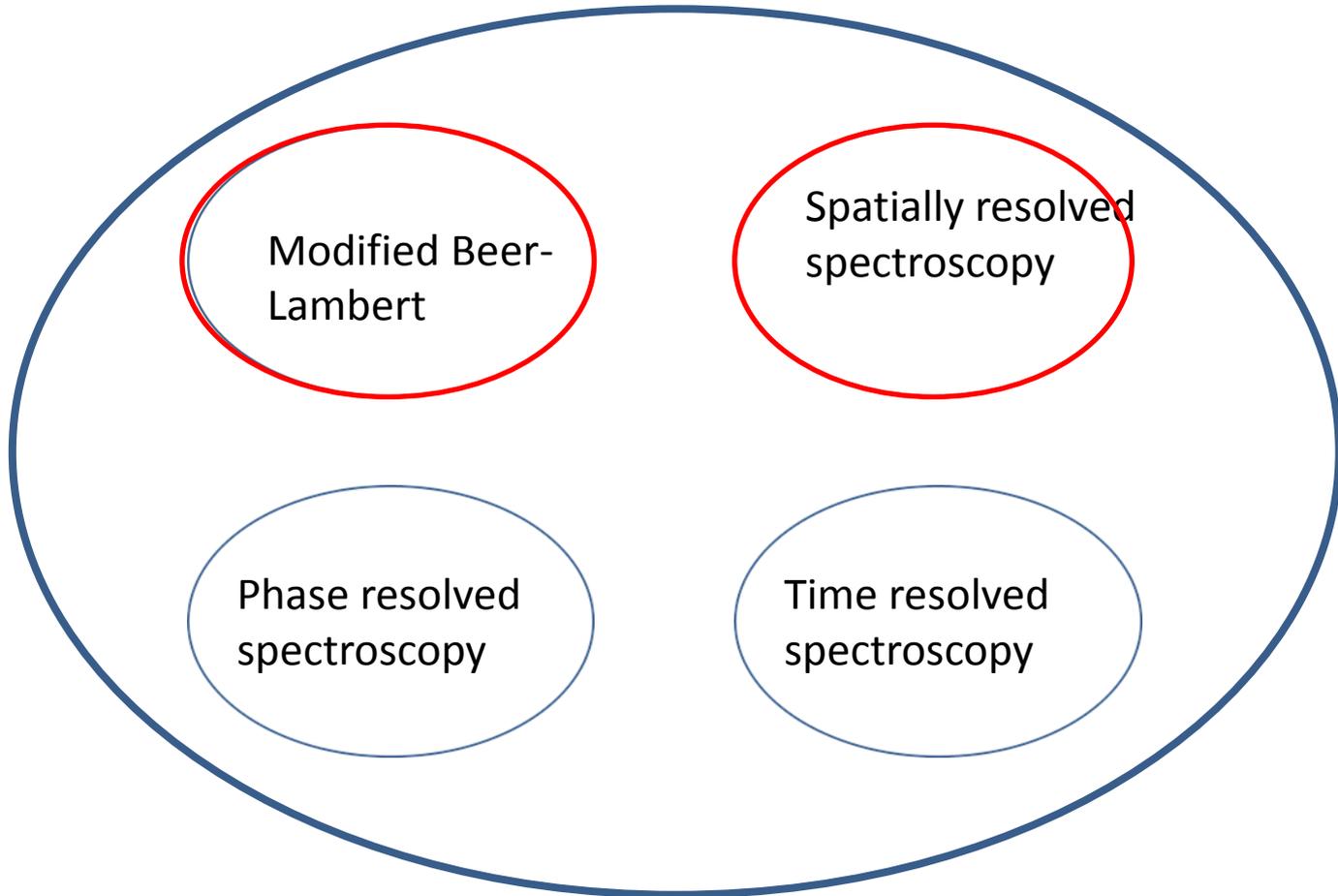
Cerebral Oximetry During Cardiac Arrest: A Multicenter Study of Neurologic Outcomes and Survival

Sam Parnia, MD, PhD¹; Jie Yang, PhD¹; Robert Nguyen, MD, MPH¹; Anna Ahn, MD¹; Jiawen Zhu, MS¹; Loren Inigo-Santiago, MD¹; Asad Nasir, MD¹; Kim Golder, RN^{2,3}; Shreyas Ravishankar, MD¹; Pauline Bartlett, RN^{2,3}; Jianjin Xu, MS¹; David Pogson, MBBS⁴; Sarah Cooke, RN⁴; Christopher Walker, MBBS⁴; Ken Spearpoint, RN⁵; David Kitson, PhD⁵; Teresa Melody, RN⁶; Mehboob Chilwan, RN⁶; Elinor Schoenfeld, PhD¹; Paul Richman, MD¹; Barbara Mills, RN, PhD¹; Nancy Wichtendahl, RN¹; Jerry Nolan, MBBS⁷; Adam Singer, MD¹; Stephen Brett, MD⁵; Gavin D. Perkins, MBBS, PhD⁶; Charles D. Deakin, MD^{2,3}

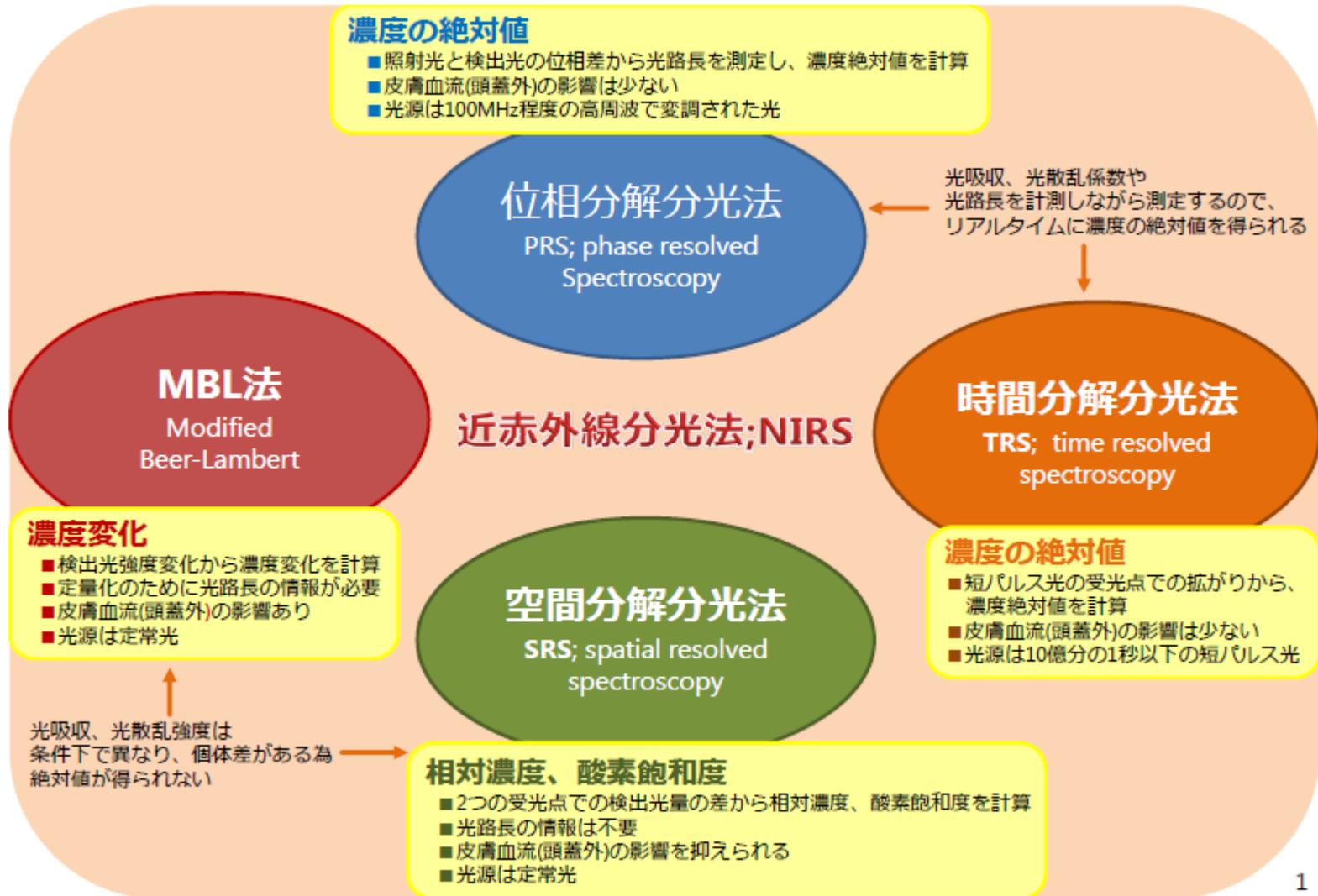
背景

- 心停止中の脳虚血は、ROSC後に再環流障害を起こす。再環流障害の重症度は心停止中の虚血の重症度で決まる。
- 心停止中にリアルタイムに脳虚血の評価ができることは臨床上意味がある。
- 近赤外分光分析 Near-infrared spectroscopy (NIRS) により、持続的に局所脳組織酸素飽和度 regional cerebral oxygen saturation (rS_{O_2}) が測定できる。

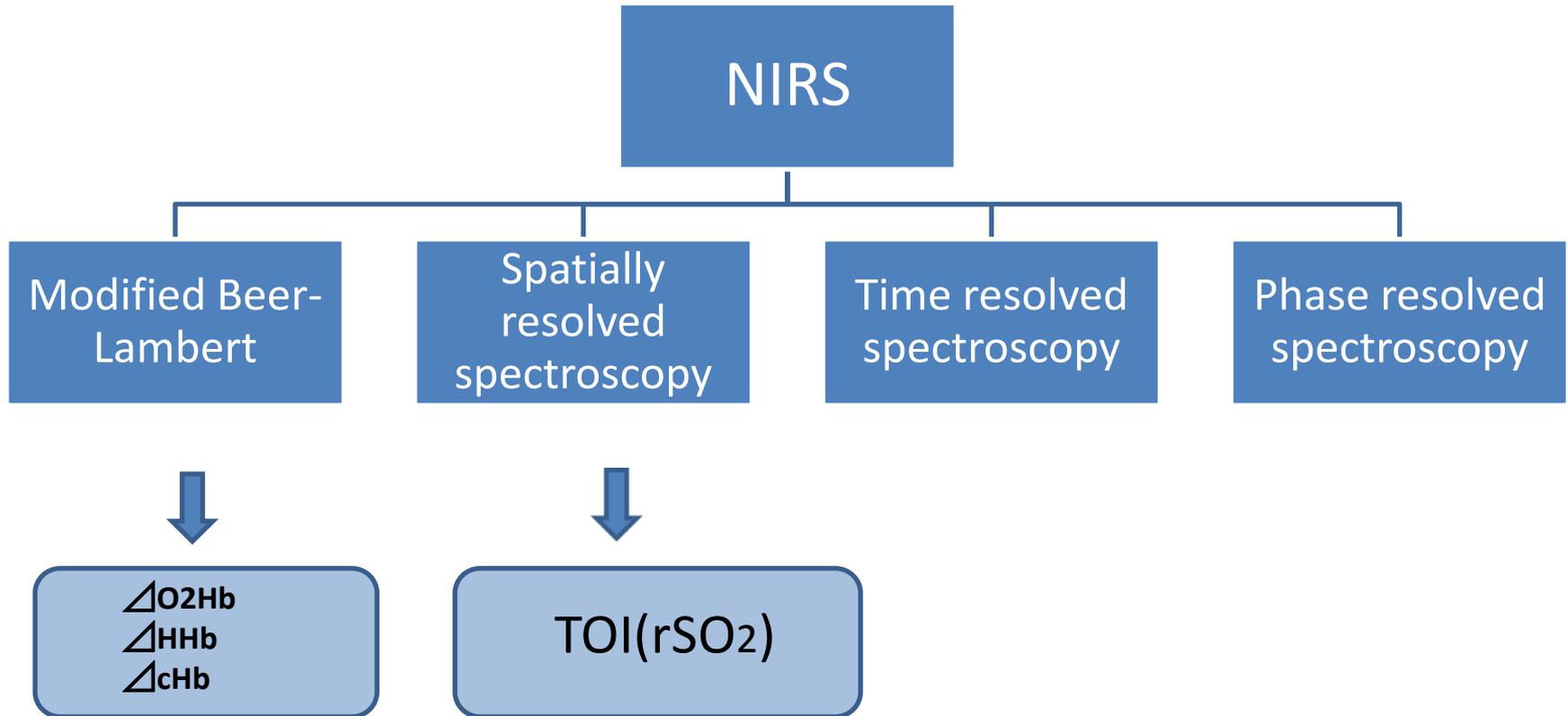
Near infrared spectroscopy (NIRS)



Near infrared spectroscopy (NIRS)



NIRS systems based on several methods



ΔcHb : concentration changes in total Hb, $cHb = O_2Hb + HHb$
TOI: tissue oxygenation index

History of NIRO series

Year	Trade Name	Methods	Measured Items	# of Waves	Sampling Time
1988	NIRO-1000	MBL method	ΔO_2Hb , ΔHHb , ΔcHb , $\Delta CtOx$	6 waves	1s~60s
1992	NIRO-500	MBL method	ΔO_2Hb , ΔHHb , ΔcHb , $\Delta CtOx$	4 waves	0.5s~60s
1998	NIRO-300		ΔO_2Hb , ΔHHb , ΔcHb , TOI% , nTHI	4 waves	0.5s~60s
2003	NIRO-200			0.16s~60s	
2005	NIRO-120			0.5~20s	
2010	NIRO-200NX			0.05s~30s	
2015 planned	NIRO-CCR1	MBL method SRS method	ΔpO_2Hb , $\Delta pHHb$, $\Delta pcHb$, Tempo , SnO2 , TOI%	3 waves	0.05s
2015 planned	NIRO-Pulse	ΔpO_2Hb , $\Delta pHHb$, $\Delta pcHb$, Tempo , SnO2 , TOI%			

NIRO-200NX to NIRO CCR1

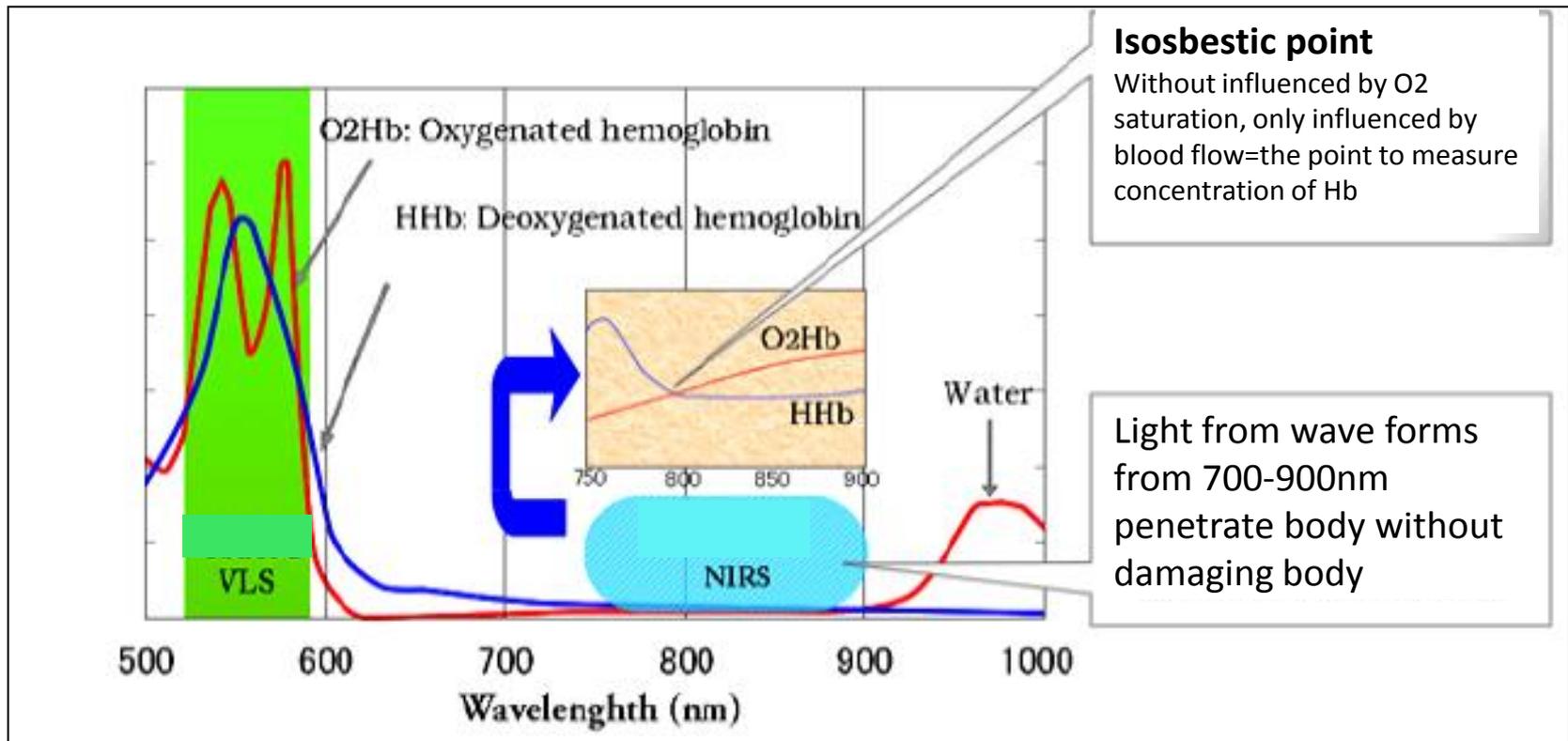
NIRO-200NX

表示シンボル	項目	測定原理
TOI (%)	組織酸素化指標 Tissue Oxygenation Index	SRS法
nTHI	正規化組織ヘモグロビン指標 normalized THI	
ΔO_2Hb	酸素化ヘモグロビン濃度変化	MBL法
ΔHHb	脱酸素化ヘモグロビン濃度変化	
ΔCHb	総ヘモグロビン濃度変化	

NIRO-CCR1

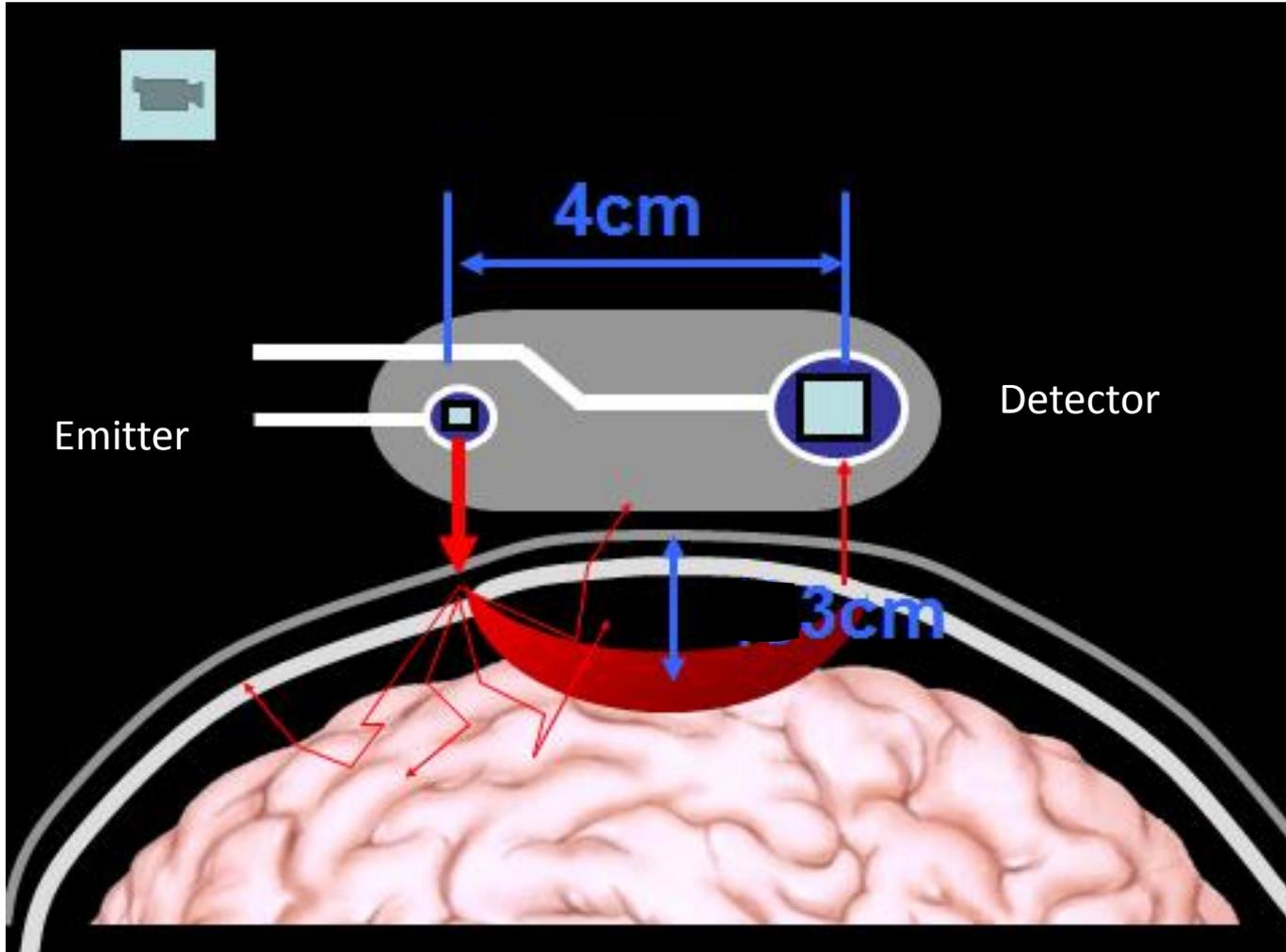
表示シンボル	項目	測定原理
TOI (%)	組織酸素化指標 Tissue Oxygenation Index	SRS法
nTHI	正規化組織ヘモグロビン指標 normalized THI	
ΔO_2Hb	酸素化ヘモグロビン濃度変化	MBL法
ΔHHb	脱酸素化ヘモグロビン濃度変化	
ΔCHb	総ヘモグロビン濃度変化	

Principle of measuring Hb absorption wave spectrum

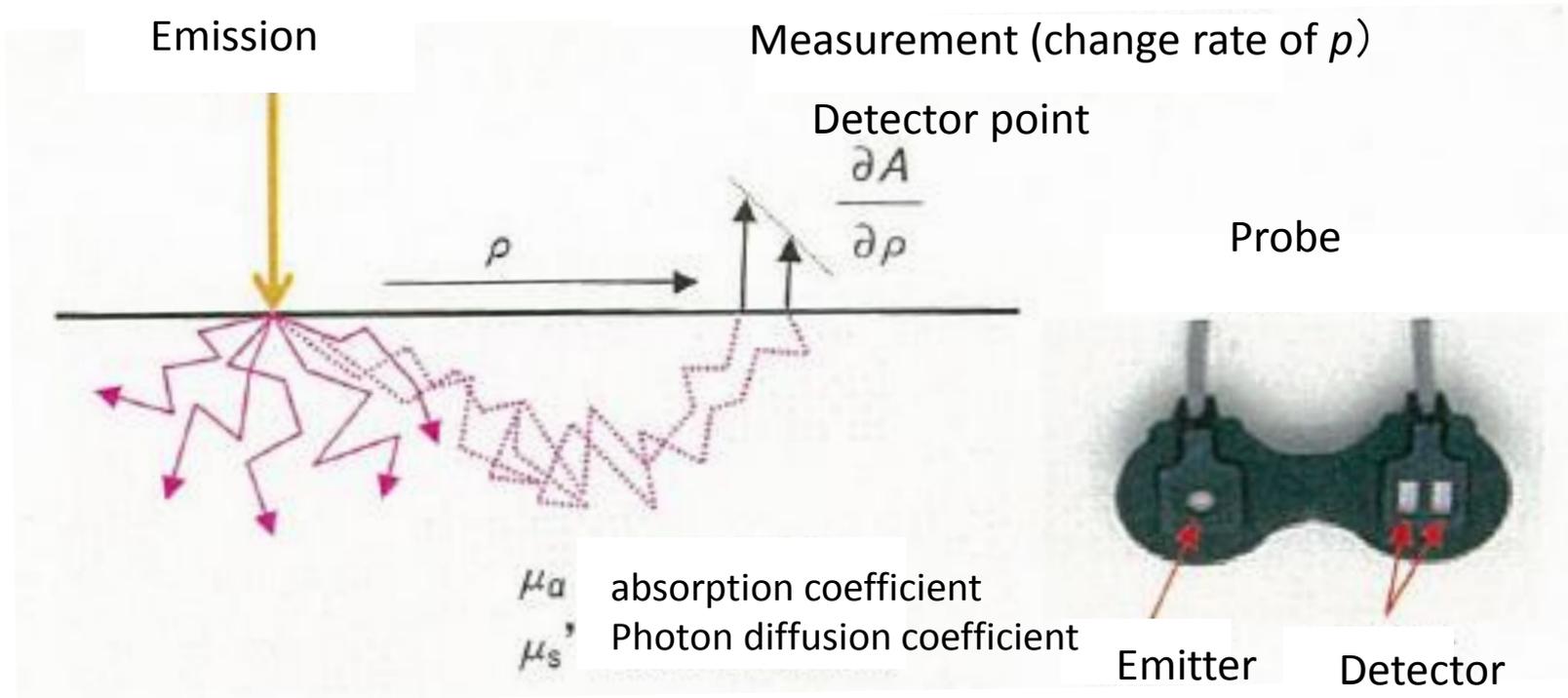


- NIRO-200NX used 3 wave forms of **735nm 810nm, and 850nm.**

Measurement principle of NIRO



Measurement principle of SRS (Spatially resolved spectroscopy)



In SRS, the slope of light attenuation versus distance is measured at a distant point from the light input, from which the TOI is calculated using photon diffusion theory. Four laser diodes are used as the light source and Class 1 laser light (IEC 825) is irradiated onto the skin. A high gain and low noise amplifier is used in the detector, which enables a large emitter-detector separations of around 5cm. To evaluate the TOI measured by the NIRO-300, it was compared to the data from a blood gas

Regional cerebral tissue oxygen saturation (rScO₂)

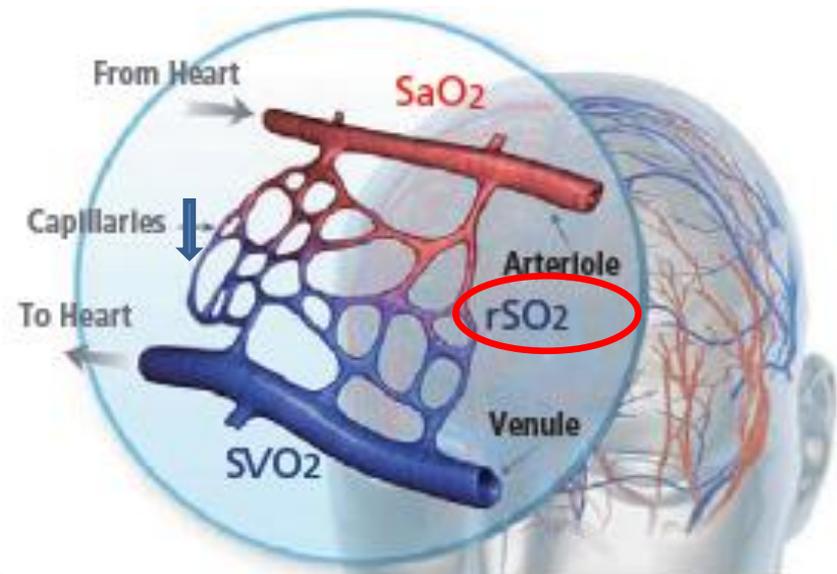
$$rScO_2 = [O_2Hb / (O_2Hb + HHb)] \times 100\%$$

O₂Hb = oxyhemoglobin

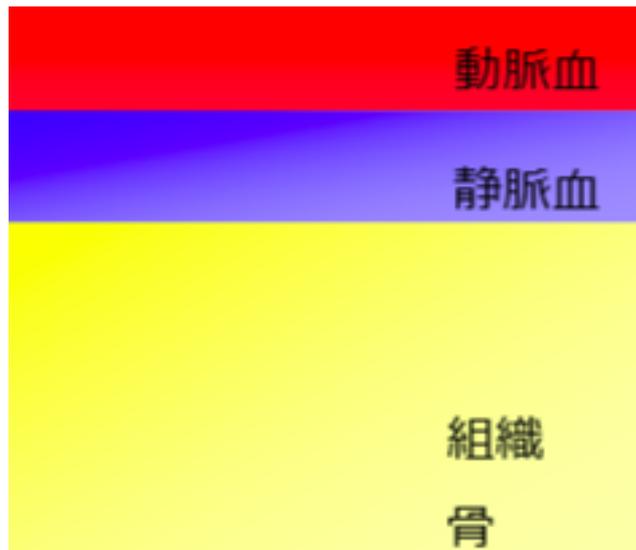
HHb = deoxyhemoglobin

Normal range 60-75%

Anaesthesia 2002; 57:999–1006



脳の組織酸素飽和度: StO2



組織(動脈/静脈/組織)に含まれるO₂Hbの割合

NIRO-200NX

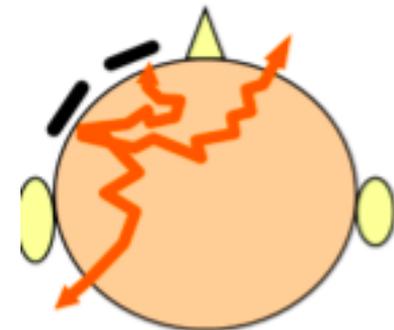
* TOI (Tissue Oxygenation Index)

INOVOS/Nonin/FORE-SIGHT

* rSO₂ (regional cerebral oxygen saturation.)

メリット: 拍動が無くても測定可能→心停止や人工心肺中も測定可能

デメリット: 組織の中で光が拡散、吸収、散乱する。(個人差あり)
メーカーによってアルゴリズムが違う。
正常範囲が測定対象によって異なる。



Difference between SnO₂ and TOI

SnO₂

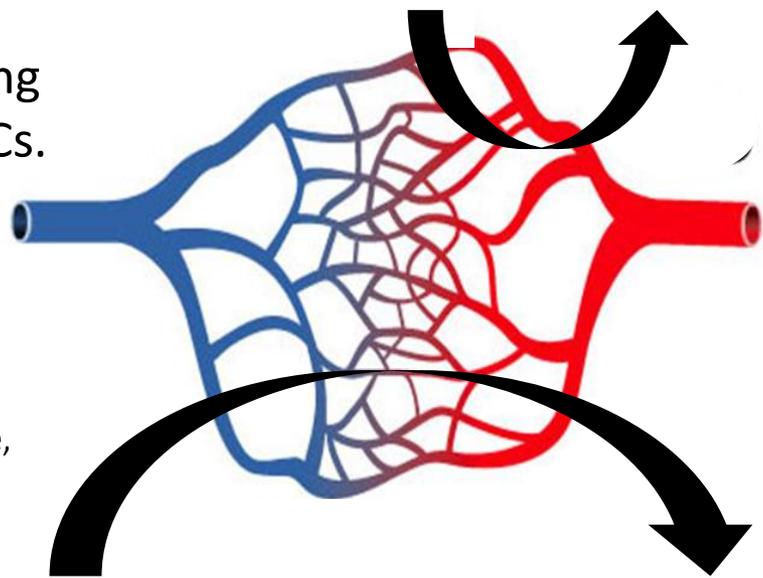


Oxygenation ratio in pulse wave components

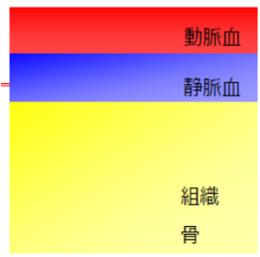
$$SnO_2 = \Delta pO_2Hb / \Delta pcHb$$

$$SnO_2 = \Delta pO_2Hb / \Delta pcHb$$

SnO₂ represents oxygen saturation of pulsatile cerebral blood supplying by self heart beat or CCs.



TOI



Oxygenation ratio in regional tissue, (artery, vein, capillary,)

$$TOI = O_2Hb / (HHb + O_2Hb)$$

$$TOI = O_2Hb / (HHb + O_2Hb)$$

TOI represents regional tissue oxygen saturation resulting from cerebral blood supply and tissue oxygen consumption.

各社のNIRS脳酸素モニタ



NIRO-200NX (浜松ホトニクス)



INVOS 5100C (Medtronix)



SenSmart X-100 (Nonin)



Foresight (CASMED)



HAND ai TOS (フジタ医科器械)



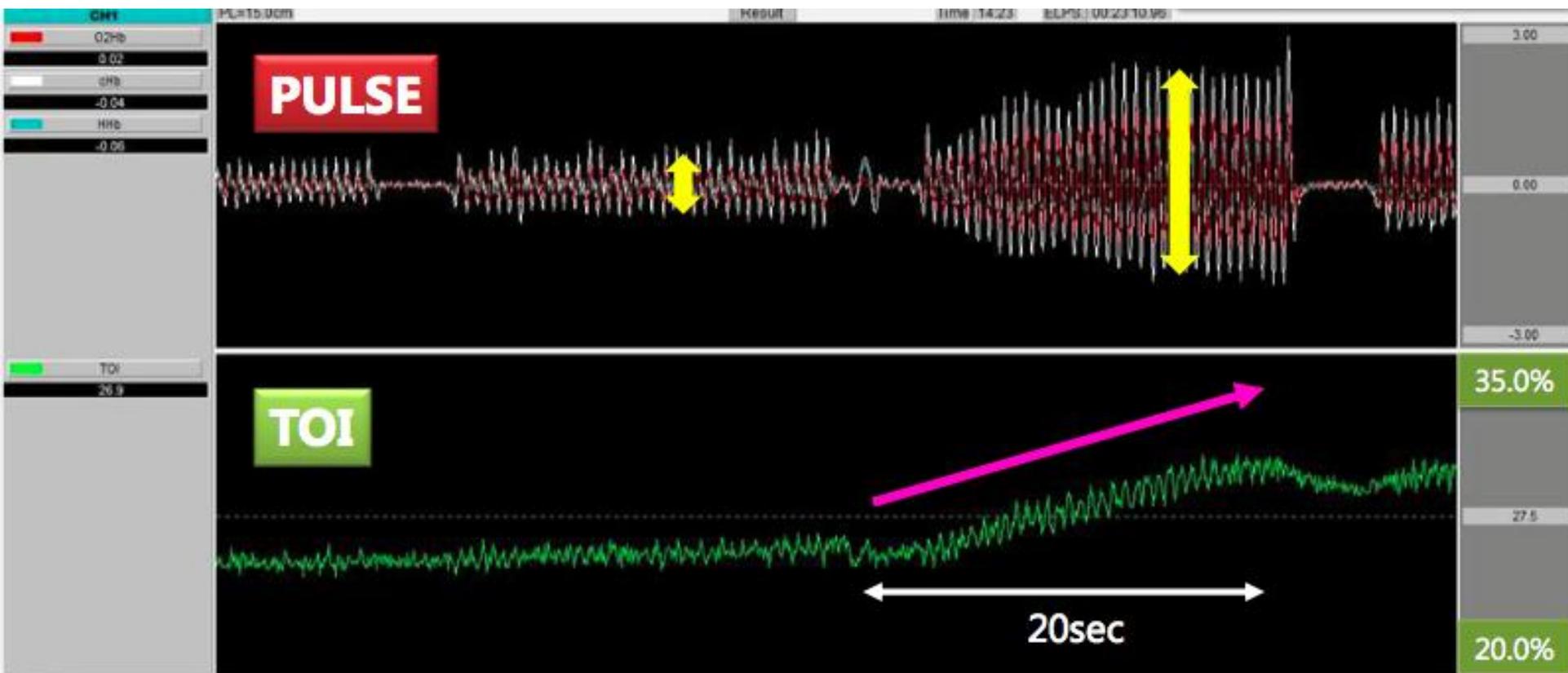
UTLight (OrNim)

本研究で使用された機器



EQUANOX™ Model 7600 Regional Oximetry System
Nonin Medical

胸骨圧迫深度とStO2



胸骨圧迫交代で胸骨圧迫が強化されるとStO2が上昇する！

→胸骨圧迫の質の評価としてStO2が有効である可能性が示唆される。

心肺脳蘇生におけるNIRO-Pulseを用いた
蘇生モニタリングの有用性

Nonin Medical 製品に関する論文

年	施設	概要
2013	Stony Brook Medical Center	EtCO ₂ はROSCのマーカ―として提案されていたが、呼吸/灌流のミスマッチや脳血流との乏しい相関のためあまり有効ではない。一方で、rSO ₂ は良いROSCのマーカ―であった。(IHCA100症例中rSO ₂ <34%は全てnon-ROSC、>62%は全てROSCであった。)
2014	Zeikenhuls Oost-Limburg Genk	PrehospitalでのALS施工中のrSO ₂ の上昇とROSCの関係を評価した。rSO ₂ は患者接触時から測定。49名のOHCA患者のうち19名がROSCとなったが、ROSCに至った方が、よりsteepなrSO ₂ の上昇が見られた。
2015	Stony Brook Medical Center	CPR中患者の脳波とrSO ₂ の関係について評価(同時測定)。Favorable outcomeとUnfavorable outcomeな脳波パターンとrSO ₂ の関係は見いだせなかった。

背景 過去の報告

- The Japan–Prediction of neurological Outcomes in patients post cardiac arrest (J–POP) registry の結果では、院外心停止症例について、CPR中のrSO₂が42%以上の時に、感度79%、特異度95%で90日後の神経学的転帰良好を認めた。

Resuscitation 2014; 85:778–784

Brief Report

A new method to detect cerebral blood flow waveform in synchrony with chest compression by near-infrared spectroscopy during cardiopulmonary resuscitation

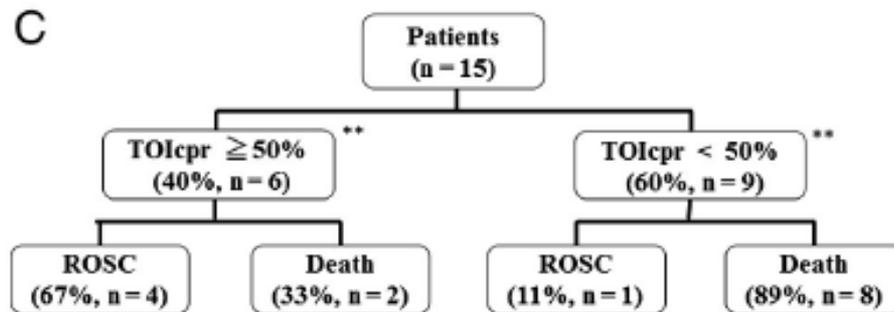
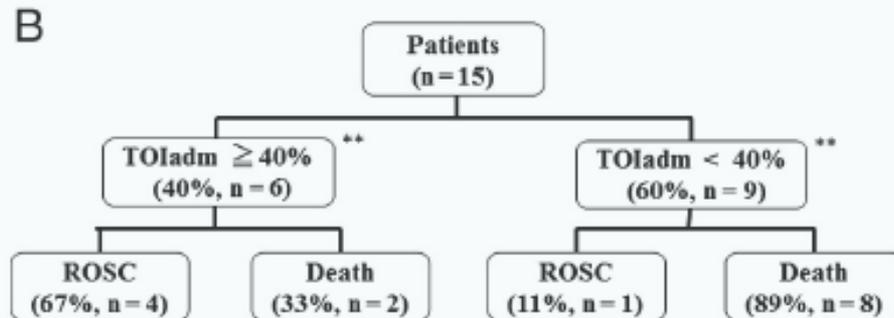
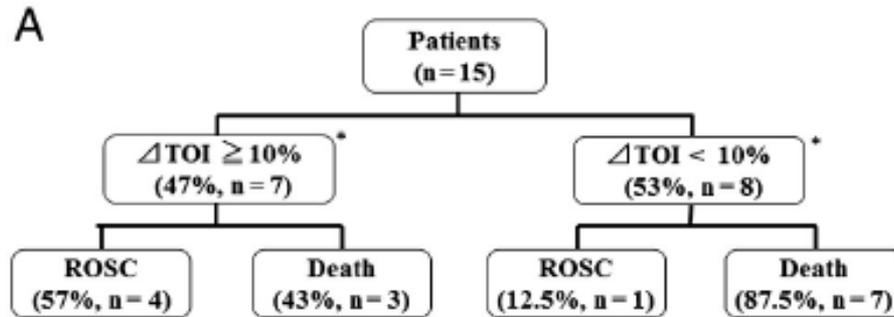
Yasuaki Koyama, MD*, Takafumi Wada, MD, Brandon D Lohman, MD, Yuka Takamatsu, MD, Junichi Matsumoto, MD, Shigeki Fujitani, MD, Yasuhiko Taira, MD

Departments of Emergency and Critical Care Medicine, St Marianna University School of Medicine, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 216-8511, Japan

Δ TOI: 10% を境にROSCの有無を評価したが、有意差なし

ER到着時のTOIadm: 40% を境にROSCの有無を評価
TOIadm:40%以上は有意にROSCの可能性高い

CPR実施中のTOIcpr: 50% を境にROSCの有無を評価
TOIcpr: 50% 以上は有意にROSCの可能性高い



*Fisher's direct probability test $P = .100$, **Fisher's direct probability test $p = 0.047$

Fig. 3. A, B, and C, Patients status according Δ TOI, TOIadm, and TOIcpr.

論文のPECO

研究デザイン	観察研究
Patients	院内心停止の患者
Exposure	NIRSによる rSO_2 の測定
Comparison	rSO_2 の値を比較して
Outcome	Sustained ROSC 良好な神経予後

方法

- 多施設観察研究
- 2011.8 - 2014.14
- USA、UKの5の病院が参加
- 日中(8:00 - 17:00)、平日のみ
- LondonのNational Institute for Health Research (NIHR) Biomedical Research Centre から支援を受けている。
- 企業からの支援の記載はない。

方法

Inclusion

- 18歳以上
- 院内心停止症例
- CPRを少なくとも5分以上施行した症例

Exclusion

- 院外心停止症例
- CPRが5分未満の症例

方法

- 各病院のスタッフは、AHAガイドライン2010に沿ってCPRを開始する。
- 研究スタッフは心停止症例がくるとポケベルで呼び出され、rSO₂測定器 (Equanox 7600, Nonin Medical, Plymouth, MN) を装着する。
- 測定器は4秒ごとにrSO₂を測定する。平均から3SD以上外れている値はアーチファクトとして除外する。

目的

Primary outcome

- rSO₂値とROSCの関連

Secondary outcome

- rSO₂値と神経学的転帰の関連
- ROSCや神経学的転帰良好を予測する最適なrSO₂値や正確性、臨床的有用性

神経学的転帰

- Cerebral performance category (CPC) 1-2点を神経学的転帰良好と判断する。

CPC	
1	軽度の障害があっても日常生活は正常
2	中等度の障害があっても独立した生活は可能
3	重度の障害があり、介助を要するが意識は保つ
4	昏睡または植物状態
5	死亡

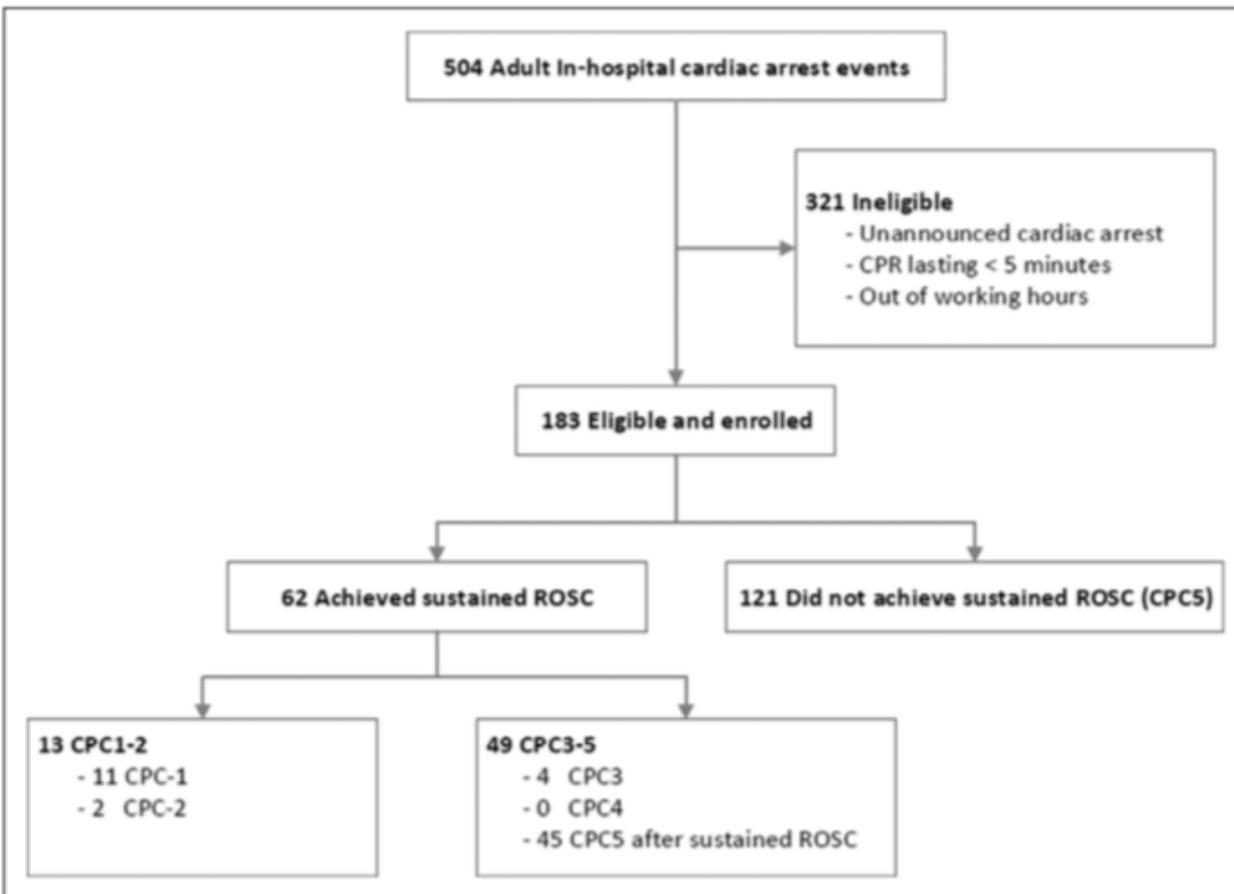
統計解析

- Log-binomial regression, multivariable log-binomial regression modelを用いてROSCの相対リスクを計算。
- ロジスティック回帰モデル、ROC曲線を用いてROSCとCPC1-2を予測するrSO₂値を評価する。
- rSO₂は、6つの指標で評価
 - CPR中の平均値、中央値、rSO₂が50%以上を越えている割合
 - CPR最後の5分間における平均値、中央値、rSO₂が50%以上を越えている割合
- P値は0.05以下で有意

結果

期間内に504人の院内心停止

患者の登録と転帰の図



183人が登録

62人がROSC

13人がCPC1-2

TABLE 1. Demographic and Clinical Characteristics of All Cardiac Arrest Patients Based on Return of Spontaneous Circulation Status

Variable	ROSC (n = 62)	No ROSC (n = 121)	p
Sex, n (%)			1.00
Male	38 (61)	73 (60)	
Female	24 (39)	48 (40)	
Age (mean ± sd)	66.63 ± 15.13	69.64 ± 14.83	0.20
Ethnicity, n (%)			0.41
Caucasian	47 (76)	101 (83)	
Asian/South Asian	8 (13)	7 (6)	
African descent	4 (6)	7 (6)	
Hispanic/Latino	3 (5)	6 (5)	
Initial rhythm, n (%)			0.24
Pulseless electric activity	41 (66)	81 (67)	
Asystole	12 (19)	31 (26)	
Ventricular fibrillation/ventricular tachycardia	9 (15)	9 (7)	
Clinical site, n (%)			0.49
Site 1	18 (29)	21 (17)	
Site 2	27 (44)	58 (48)	
Site 3	5 (8)	12 (10)	
Site 4	5 (8)	12 (10)	
Site 5	7 (11)	18 (15)	
Charlson comorbidity score (mean ± sd)	5.47 ± 2.53	5.75 ± 2.76	0.48
APACHE II score (precardiac arrest) (mean ± sd) ^a	21.68 ± 11.61	22.38 ± 11.00	0.78
Hemoglobin (g/dL), prior to cardiac arrest (mean ± sd) ^b	10.76 ± 2.00	10.79 ± 2.49	0.94
Paco ₂ during CPR (APACHE) (mean ± sd) ^c	58.35 ± 20.89	64.08 ± 29.57	0.23
Pao ₂ during CPR (APACHE) (mean ± sd) ^c	138.02 ± 140.44	88.72 ± 113.78	0.06
Duration of CPR (min) (mean ± sd)	23.37 ± 17.77	31.31 ± 26.26	0.02
Time to placement of oximeter sensor (min) (mean ± sd)	6.15 ± 7.23	8.21 ± 8.04	0.08
Duration of oximetry monitoring during advanced cardiac life support (min) (mean ± sd)	17.23 ± 14.13	23.09 ± 24.18	0.04

CPR時間とrSO₂モニタリング時間に有意差あり

TABLE 2. Demographic and Clinical Characteristics of All Cardiac Arrest Patients Based on Cerebral Performance Category Status (Cerebral Performance Category 1–2 Versus Cerebral Performance Category 3–5)

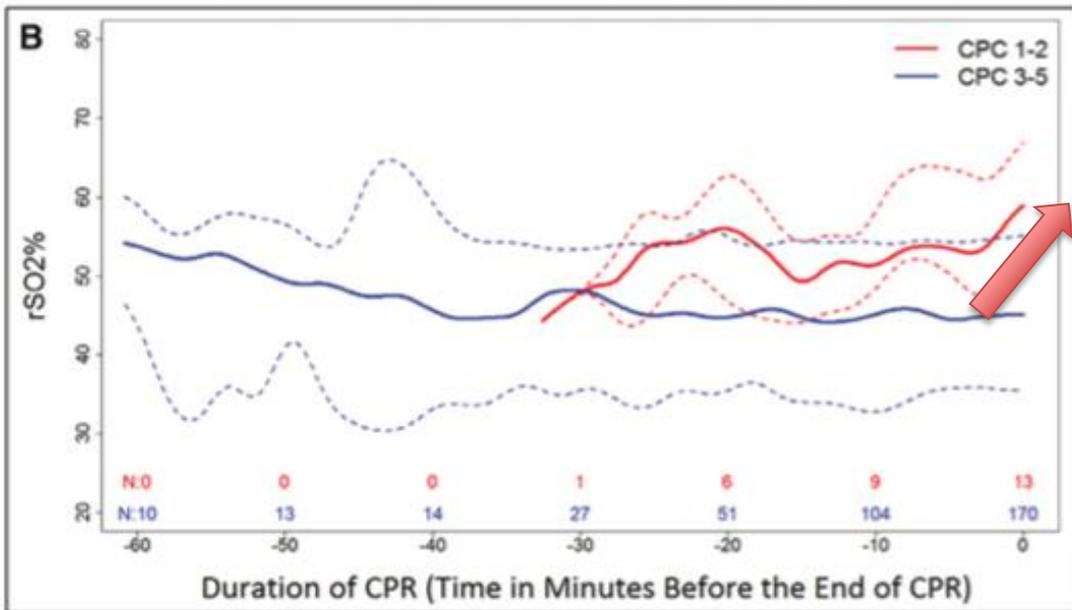
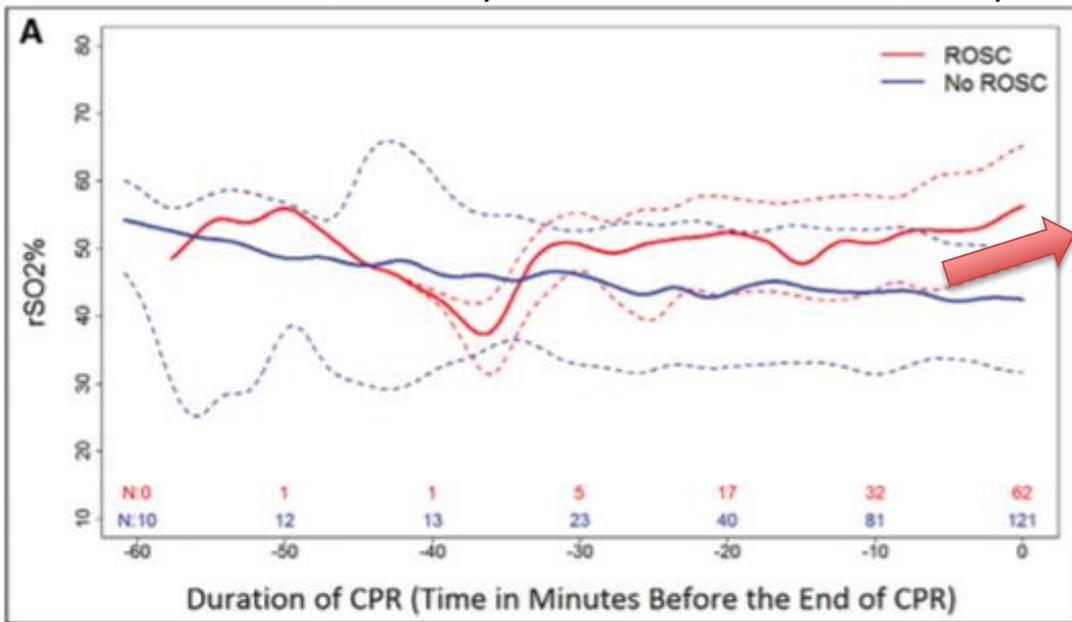
Variable	CPC 1–2 (n = 13)	CPC 3–5 (n = 170)	p
Sex, n (%)			0.08
Male	11 (85)	100 (59)	
Female	2 (15)	70 (41)	
Age (mean ± sd)	60.69 ± 18.21	69.22 ± 14.57	0.09
Race/ethnicity, n (%)			0.80
Caucasian	9 (69)	139 (82)	
Asian/South Asian	2 (15)	13 (8)	
African descent	1 (8)	10 (6)	
Hispanic/Latino	1 (8)	8 (5)	
Initial rhythm, n (%)			0.02
Pulseless electric activity	8 (7)	114 (93)	
Asystole	1 (2)	42 (98)	
Ventricular fibrillation/ventricular tachycardia	4 (22)	14 (78)	
Clinical site, n (%)			0.34
Site 1	3 (23)	36 (21)	
Site 2	9 (69)	76 (45)	
Site 3	0 (0)	17 (10)	
Site 4	0 (0)	17 (10)	
Site 5	1 (8)	24 (14)	
Charlson comorbidity score (mean ± sd)	5.23 ± 2.68	5.69 ± 2.69	0.72
Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score (precardiac arrest) (mean ± sd) ^a	14 ± 8.67	22.74 ± 11.10	0.04
Hemoglobin (g/dL), prior to cardiac arrest (mean ± sd) ^b	10.98 ± 1.88	10.76 ± 2.36	0.77
Paco ₂ during CPR (mean ± sd) ^c	53.67 ± 14.56	62.48 ± 27.29	0.51
Pao ₂ during CPR (mean ± sd) ^c	129.67 ± 99.60	105.16 ± 127.27	0.22
Duration of CPR (min) (mean ± sd)	28.85 ± 24.33	28.6 ± 24.02	0.62
Time to placement of rSo ₂ sensor (min) (mean ± sd)	8.62 ± 10.73	7.43 ± 7.59	0.80
Duration of rSo ₂ monitoring during advanced cardiac life support (min) (mean ± sd)	20.23 ± 17.64	21.17 ± 21.76	0.81

TABLE 2. (Continued). Demographic and Clinical Characteristics of All Cardiac Arrest Patients Based on Cerebral Performance Category Status (Cerebral Performance Category 1–2 Versus Cerebral Performance Category 3–5)

Variable	CPC 1–2 (n = 13)	CPC 3–5 (n = 170)	p
Postresuscitation characteristics ^a			
Targeted temperature management ^a (32–34°C) (%)			1.00
Yes	5 (29.41)	12 (70.59)	
No	7 (28.00)	18 (72.00)	
Glucose 24 hr post resuscitation (mg/dL) (mean ± sd) ^b	183.56 ± 71.54	218.23 ± 147.11	1.00
Mean arterial pressure ^a 24 hr post resuscitation (mm Hg) (mean ± sd)	76.31 ± 5.83	75.64 ± 14.01	0.97
Paco ₂ 24 hr post resuscitation (mm Hg) (mean ± sd) ^b	57.38 ± 34.78	45.89 ± 11.66	0.34
Pao ₂ 24 hr post resuscitation (mm Hg) (mean ± sd)	117.95 ± 41.54	120.52 ± 60.12	0.68

CPC1–2群とCPC3–5群を比較すると、CPC1-2群でVF/VT(shockable)の割合が高い。
また、CPC1-2群がAPACHE IIスコアが有意に低い。

CPR中のrSO2の変化 A) ROSC群 vs NoROSC群 B) CPC 1-2群 vs CPC 3-5 群



ROSC群およびCPC1-2群ではCPR最後の5分間でrSO2値が上昇している。

TABLE 3. Comparison of the Six Different rSo₂ Measures Between Patients With Return of Spontaneous Circulation Versus Without Return of Spontaneous Circulation

Variable	ROSC (n = 62)	No ROSC (n = 121)	p
Mean rSo ₂ during resuscitation			
Mean ± SD	51.82 ± 11.21	40.93 ± 12.33	< 0.001
Median (minimum, maximum)	52.07 (23.60, 76.52)	42.52 (8.76, 61.37)	
Median rSo ₂ during resuscitation			
Mean ± SD	52.42 ± 11.68	41.38 ± 12.6	< 0.001
Median (minimum, maximum)	53.00 (24.00, 77.00)	42.00 (9.00, 62.00)	
Mean rSo ₂ in the last 5 min of resuscitation			
Mean ± SD	53.94 ± 11.6	41.59 ± 13.35	< 0.001
Median (minimum, maximum)	53.30 (25.2, 76.52)	42.46 (7.71, 80.61)	
Median rSo ₂ in the last 5 min of resuscitation			
Mean ± SD	54.02 ± 12.24	41.93 ± 13.47	< 0.001
Median (minimum, maximum)	53.75 (24.00, 77.00)	43.00 (8.00, 80.00)	
Percentage of time with rSo ₂ above 50%			
Mean ± SD	56.59 ± 35.39	24.29 ± 33.84	< 0.001
Median (minimum, maximum)	62.85 (0.00, 100.00)	0.00 (0.00, 100.00)	
Percentage of time in the last 5 min with rSo ₂ above 50%			
Mean ± SD	59.68 ± 40.66	24.83 ± 39.19	< 0.001
Median (minimum, maximum)	66.45 (0.00, 100.00)	0.00 (0.00, 100.00)	

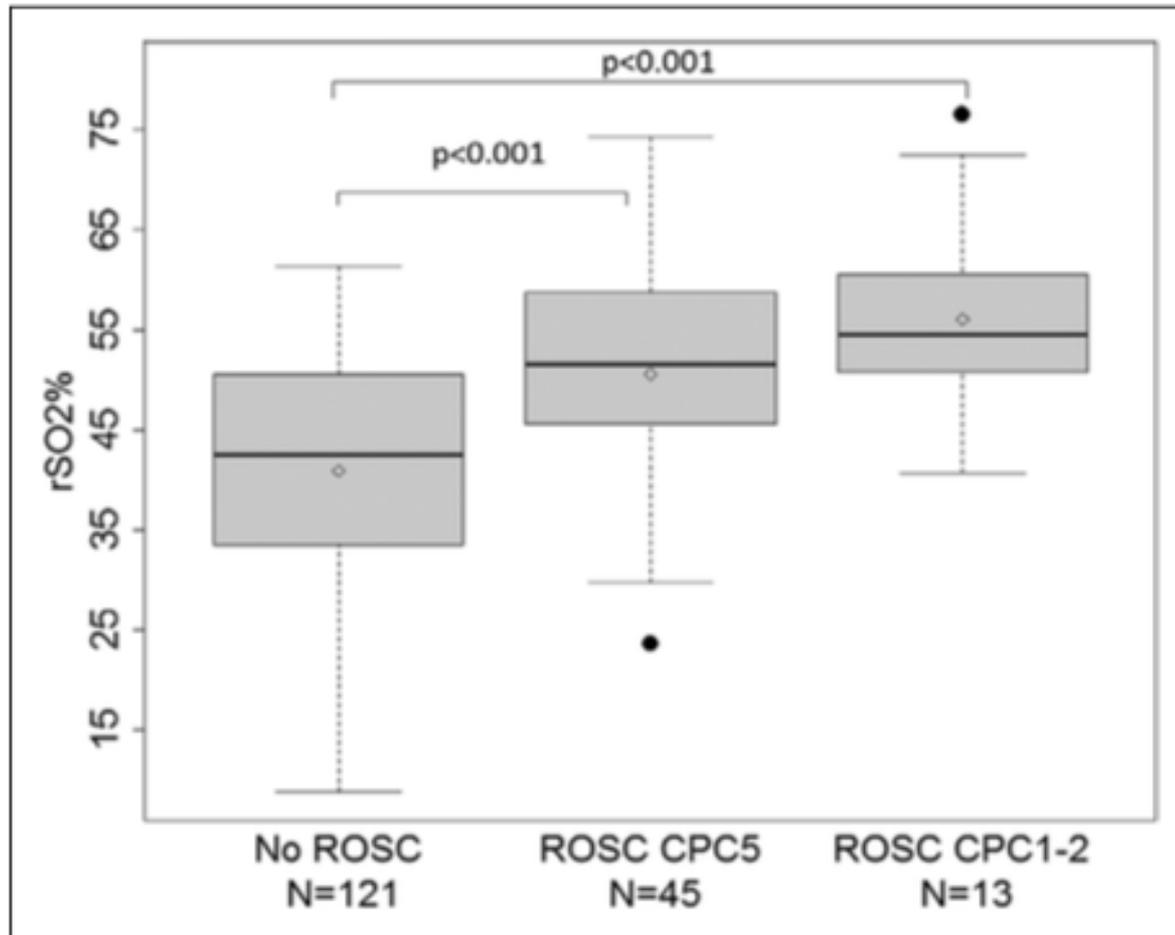
ROSC群では、rSO₂の全ての指標で有意差を認めている。

TABLE 4. Comparison of the Six Different rSo₂ Measures Between Patients With Cerebral Performance Category 1–2 Versus Cerebral Performance Category 3–5

Variable	CPC 1–2 (n = 13)	CPC 3–5 (n = 170)	p
Mean rSo ₂ during resuscitation			
Mean ± SD	56.05 ± 9.98	43.75 ± 12.81	< 0.001
Median (minimum, maximum)	54.55 (40.66, 76.52)	45.22 (8.76, 74.29)	
Median rSo ₂ during resuscitation			
Mean ± SD	56.77 ± 10.98	44.23 ± 13.10	0.001
Median (minimum, maximum)	54.00 (42.00, 77.00)	46.00 (9.00, 74.00)	
Mean rSo ₂ in the last 5 min of resuscitation			
Mean ± SD	56.82 ± 10.18	44.93 ± 13.95	0.001
Median (minimum, maximum)	54.82 (46.29, 76.52)	45.58 (7.71, 80.61)	
Median rSo ₂ in the last 5 min of resuscitation			
Mean ± SD	57.35 ± 10.62	45.16 ± 14.14	0.001
Median (minimum, maximum)	54.00 (42.00, 77.00)	45.00 (8.00, 80.00)	
Percentage of time with rSo ₂ above 50%			
Mean ± SD	70.98 ± 26.64	32.50 ± 36.91	< 0.001
Median (minimum, maximum)	76.99 (24.35, 100.00)	16.00 (0.00, 100.00)	
Percentage of time in the last 5 min with rSo ₂ above 50%			
Mean ± SD	65.74 ± 33.15	34.41 ± 42.82	0.006
Median (minimum, maximum)	67.11 (0.00, 100.00)	0.00 (0.00, 100.00)	

CPC1-2群では、rSO₂の全ての指標で有意差を認めている。

平均rSO2値と転帰との関連



平均rSO2値で比較すると、No ROSC群は ROSC CPC5群 (sustain ROSC後に死亡)と ROSC CPC1-2群で有意にrSO2値が低い。

ROSCを予測するrSO₂指標のROC曲線による解析

Measures	Area Under the Curve (95% CI)
Mean rSO ₂ in the last 5 min	0.76 (0.69–0.83)
Mean rSO ₂	0.74 (0.66–0.82)
Median rSO ₂ in the last 5 min	0.75 (0.67–0.82)
Median rSO ₂	0.74 (0.66–0.81)
Percentage of time with rSO ₂ above 50%	0.75 (0.68–0.82)
Percentage of time in the last 5 min with rSO ₂ above 50%	0.74 (0.67–0.81)

ROSCを予測する因子としてROC曲線で解析すると、AUCが最も大きいのは、CPR最後5分の平均rSO₂値

ROSCを予測するrSO₂指標の相対リスク

Measures	Unit	Unadjusted		Adjusted	
		Relative Risk (95% CI)	p	Relative Risk (95% CI)	p
Percentage of time with rSO ₂ above 50%	5	1.07 (1.04–1.1)	< 0.0001	1.07 (1.04–1.09)	< 0.0001
Mean rSO ₂ in the last 5 min	5	1.18 (1.13–1.22)	< 0.0001	1.07 (1.03–1.12)	0.0002
Mean rSO ₂	5	1.15 (1.07–1.24)	< 0.0001	1.05 (1.02–1.09)	0.0014

TABLE 7. Prediction Accuracy of Using Mean Regional Cerebral Oxygen Saturation in the Last 5 Minutes of Cardiopulmonary Resuscitation With Different Cutoff Values to Predict Return of Spontaneous Circulation Among All Cardiac Arrest Patients

Measures	Cutoff \geq rSo ₂ %	No. of Patients	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Positive Predictive Value (95% CI)	Negative Predictive Value (95% CI)	Misclassification (95% CI)
Mean rSo ₂ % in the last 5 min CPR	25.19	167	1.00 (0.94–1.00)	0.13 (0.08–0.21)	0.37 (0.30–0.45)	1.00 (0.79–1.00)	0.57 (0.50–0.65)
	30	158	0.98 (0.91–1.00)	0.20 (0.13–0.28)	0.39 (0.31–0.47)	0.95 (0.80–1.00)	0.54 (0.46–0.61)
	35	143	0.9 (0.80–0.96)	0.28 (0.20–0.37)	0.39 (0.31–0.48)	0.85 (0.70–0.94)	0.51 (0.43–0.58)
	40	127	0.9 (0.80–0.96)	0.41 (0.32–0.51)	0.44 (0.35–0.53)	0.89 (0.78–0.96)	0.42 (0.35–0.50)
	45	99	0.84 (0.72–0.92)	0.61 (0.52–0.70)	0.53 (0.42–0.63)	0.88 (0.79–0.94)	0.31 (0.25–0.38)
	50	70	0.61 (0.48–0.73)	0.74 (0.65–0.81)	0.54 (0.42–0.66)	0.79 (0.70–0.86)	0.31 (0.24–0.38)
	55	45	0.42 (0.30–0.55)	0.84 (0.77–0.90)	0.58 (0.42–0.72)	0.74 (0.66–0.81)	0.30 (0.24–0.37)
	60	29	0.29 (0.18–0.42)	0.91 (0.84–0.95)	0.62 (0.42–0.79)	0.71 (0.64–0.78)	0.30 (0.24–0.37)
	65	14	0.21 (0.12–0.33)	0.99 (0.95–1.00)	0.93 (0.66–1.00)	0.71 (0.64–0.78)	0.27 (0.21–0.34)
	70	9	0.13 (0.06–0.24)	0.99 (0.95–1.00)	0.89 (0.52–1.00)	0.69 (0.62–0.76)	0.30 (0.24–0.37)
	75	2	0.02 (0.00–0.09)	0.99 (0.95–1.00)	0.50 (0.01–0.99)	0.66 (0.59–0.73)	0.34 (0.27–0.41)
80	1	0.00 (0.00–0.06)	0.99 (0.95–1.00)	0.00 (0.00–0.98)	0.66 (0.59–0.73)	0.34 (0.28–0.42)	

CPC 1-2 を予測するrSO₂指標のROC曲線による解析

Measures	Area Under the Curve (95% CI)
Mean rSO ₂ in the last 5 min	0.75 (0.64–0.85)
Mean rSO ₂	0.77 (0.66–0.88)
Median rSO ₂ in the last 5 min	0.75 (0.64–0.86)
Median rSO ₂	0.76 (0.64–0.88)
Percentage of time with rSO ₂ above 50%	0.79 (0.70–0.88)
Percentage of time in the last 5 min with rSO ₂ above 50%	0.70 (0.59–0.81)

CPC1-2を予測する因子としてROC曲線で解析すると、AUCが最も大きいのは、CPR中のrSO₂値50%以上の割合

CPC 1-2を予測するrSO₂指標の相対リスク

Measures	Unit	Relative Risk (95% CI)	<i>p</i>
Percentage of time with rSO ₂ above 50%	5	1.15 (1.06–1.26)	0.002
Mean rSO ₂ in the last 5 min	5	1.42 (1.12–1.81)	0.004
Mean rSO ₂ during cardiopulmonary resuscitation	5	1.60 (1.20–2.13)	0.002

TABLE 10. Prediction Accuracy of Using the Percentage of Time With Regional Cerebral Oxygen Saturation Above 50% During Cardiopulmonary Resuscitation to Predict Cerebral Performance Category 1–2 With Different Cutoff Values Among All Cardiac Arrest Patients

Measures	Cutoff \geq rSo ₂ %	No. of Patients	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Positive Predictive Value (95% CI)	Negative Predictive Value (95% CI)	Misclassification (95% CI)
Percentage of time with rSo ₂ above 50%	24.34	90	1.00 (0.75–1.00)	0.55 (0.47–0.62)	0.14 (0.08–0.23)	1.00 (0.96–1.00)	0.42 (0.35–0.50)
	30	86	0.92 (0.64–1.00)	0.56 (0.49–0.64)	0.14 (0.07–0.23)	0.99 (0.94–1.00)	0.41 (0.34–0.48)
	40	79	0.77 (0.46–0.95)	0.59 (0.52–0.67)	0.13 (0.06–0.22)	0.97 (0.92–0.99)	0.39 (0.32–0.47)
	50	69	0.77 (0.46–0.95)	0.65 (0.58–0.72)	0.14 (0.07–0.25)	0.97 (0.93–0.99)	0.34 (0.27–0.41)
	60	57	0.77 (0.46–0.95)	0.72 (0.65–0.79)	0.18 (0.09–0.30)	0.98 (0.93–1.00)	0.27 (0.21–0.34)
	70	40	0.54 (0.25–0.81)	0.81 (0.74–0.86)	0.18 (0.07–0.33)	0.96 (0.91–0.98)	0.21 (0.16–0.28)
	80	34	0.46 (0.19–0.75)	0.84 (0.77–0.89)	0.18 (0.07–0.35)	0.95 (0.91–0.98)	0.19 (0.14–0.26)
	90	26	0.31 (0.09–0.61)	0.87 (0.81–0.92)	0.15 (0.04–0.35)	0.94 (0.89–0.97)	0.17 (0.12–0.23)
	100	16	0.15 (0.02–0.45)	0.92 (0.87–0.95)	0.13 (0.02–0.38)	0.93 (0.89–0.97)	0.14 (0.09–0.20)

Discussion

- 本研究では、院内心停止後のROSCと神経学的転帰良好は、rSO₂測定における酸素化の値と関連することが示唆された。
- rSO₂値が50%以上の割合が多いほど神経学的転帰良好が示唆された。脳組織の酸素化がよいほど脳虚血の影響を弱め、再環流障害を減らすのかもしれない。
- rSO₂値が高いほどROSCの割合が多かった。rSO₂値が高いほどROSCを得られやすいかもしれない。

Discussion

- rSO₂値が低いことは予後が悪いのかもしれないが、脳環流を増やす治療が行われていないか、治療が有効でなかっただけなのかもしれない。
- すべての治療を行ってもrSO₂値が25%以下であれば、予後が悪いことを避けられないだろう。

Limitation

- 夜間帯や週末の症例は含まれていない。
- rSO₂値が高ければ重篤にならないのか、またrSO₂値が心停止患者の独立した因子といえるのかは本研究ではわからない。
- CPC1-2の症例は少数(13例)であり、有効なサンプルサイズではない。

結語

- CPR中の rSO_2 が65%以上のときはROSCを得られやすく、25%以下のときはROSCが得られず、神経学的転帰も悪い。
- rSO_2 が高ければ、神経学的転帰が良くなる可能性が高くなる。