

# 歯科口腔外科全身麻酔中における 第5世代パルスオキシメーターの前額センサ および指尖センサの比較

山崎 信也 小川 幸恵 伊藤 寛 関 康宏 関 宗浩  
近藤 麗 大道 美穂 川合 宏仁 奥秋 晟<sup>1)</sup>

## A Comparison of the 5th Generation Pulse Oximetry between Finger Sensor and Forehead Sensor during Oral Surgery under General Anesthesia

Shinya YAMAZAKI, Sachie OGAWA, Hiroshi ITO, Yasuhiro SEKI, Munehiro SEKI  
Urara KONDO, Miho OMICHI, Hiroyoshi KAWAII and Akira OKUAKI<sup>1)</sup>

The forehead sensor of the 5th generation pulseoximeter may provide reliable and stable data, because it measures at supraorbital artery as a branch of internal carotid artery with blood flow autoregulation. We compared the finger sensor (Fig. 1) and the forehead sensor (Fig. 2) of new pulse oximeter in oral surgery under general anesthesia.

The subjects consisted of 22 healthy patients who were scheduled for oral surgery under general anesthesia (Table 1). Although general anesthesia methods were not the same, the fixation of each sensor was unified in all cases. Both data from the finger sensor and the forehead sensor of the pulse oximeter (Nellcor N-550, Nellcor Inc. CA) were monitored simultaneously in each patient during general anesthesia, and the data were analyzed and compared. To compare the data between the forehead sensor and the finger sensor, comparison statistical analysis was performed with two-tailed paired t-test, and  $P < 0.05$  was considered as significant.

In the data of  $SpO_2$  and pulse rate, there were no significant differences between finger sensor and forehead sensor (Fig. 3, 4). However, the amplitude of plethysmograph in the forehead sensor was more stable than the finger sensor (Fig. 5), even if the amplitude of plethysmograph in forehead sensor was significantly lower than finger sensor ( $p = 4.5 \times 10^{-158}$ ). In addition,  $SpO_2$  in the forehead sensor responded sooner than in the finger sensor. However, the artificial fluctuation was developed frequently in the data of  $SpO_2$  of the forehead sensor when the head was moved by operation of oral surgery or dental treatment.

The results suggest that the forehead sensor provide a better monitoring site for pulse oximeters, because it measures at supraorbital artery as a branch of internal carotid artery with blood flow autoregulation. More useful physical information about respiration and circulation can be obtained by using both the forehead sensor and finger sensor.

Key words : pulse oximetry, monitor, oral surgery, auto-regulation

## 緒 言

臨床導入から20年近くになり、現在のパルスオキシメーターは第5世代と言われているが、未だに指尖センサはショックなどの末梢循環不全時に測定不能となる欠点を有している。一方、脳はショック時でも循環が最後まで保たれるといわれており、第5世代パルスオキシメーター Nellcor N-550の前額センサは内頸動脈の分枝である眼窩上動脈で測定するため、末梢循環に左右されない安定したデータが得られるという特徴を持つ。今回、この前額センサを使用する機会を得たので、その有用性を検討した。前額センサによる測定精度は既に他の研究において実証済みであり<sup>1,2)</sup>、本研究では前額センサによる測定が末梢循環に左右されにくい点や、頭部を動かすことの多い歯科口腔外科手術に前額センサは使用可能であるかについて検証した。

## 対象および方法

当院で全身麻酔下に歯科口腔外科処置が予定された健康成人22名を対象とした。2台のパルスオキシメーター Nellcor N-550 (Nellcor Inc. CA) を準備し、1台には指尖センサ (Oxisensor N-25) (Fig. 1) を、もう1台には前額センサ (MaxFast) (Fig. 2) をセットし、麻酔導入から覚醒までの全身麻酔中に、同一患者に同時装着し、それらのデータをリアルタイムに付属の windowsソフト Sat Collector (Tyco Healthcare Inc. CA) 上に蓄積した。後にこれらのデータを1分間隔で抽出し、全身麻酔中の SpO<sub>2</sub>、Pulse Rate、およびプレシスモグラフの Amplitude について、前額センサと指尖センサで比較検討した。今回は、全身麻酔中の循環変動等に対する両セン

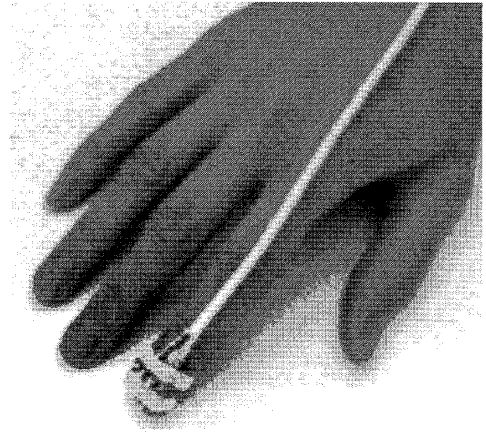


Fig. 1 Finger sensor (Oxisensor- N25)



Fig. 2 Forehead sensor (MaxFast)

サの特性を見るのが目的のため、特に麻酔法や手術・歯科処置内容については規定せずに用いた。前額センサと指尖センサのデータにおける有意差の検定は two-tail paired t-test を用い、統計学的有意水準を  $P < 0.05$  とした。

## 結 果

対象の背景因子を Table 1 に示す。

指尖センサ (Oxisensor N-25) と前額センサ (MaxFast) において、SpO<sub>2</sub> (Fig. 3) や、Pulse Rate (Fig. 4) には有意差は認められなかったが、Amplitude は前額センサの方が有意に低

Table 1 Backgrounds of subjects

Number	Gender	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	AHA PS	Anesthesia Time (min)	Operation Time (min)	Operation	Induction	Maintenance
1	F	17	161	58	1	322	230	Lefort I Osteotomy IVRO	oxygen, fentanyl, ketamine, vecuronium, propofol	air-oxygen, propofol, fentanyl, midazolam, vecuronium
2	F	35	165	54	1	275	215	Dental Treatment	midazolam, nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
3	M	24	170	93	2	120	70	Dental Treatment	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
4	F	16	144	39	1	142	99	Impact Tooth Extraction	pentazocine, midazolam, propofol, vecuronium, nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane, propofol, pentazocine
5	F	35	165	54	1	170	105	Dental Treatment	midazolam, nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
6	F	7	117	19	1	80	30	Impact Tooth Extraction	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
7	M	7	128	24	1	70	20	Impact Tooth Extraction	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
8	F	20	156	46	1	115	65	Plate Removal	oxygen, fentanyl, propofol, vecuronium	air-oxygen, propofol
9	M	28	163	62	1	191	122	Maxillary Cystectomy	oxygen, fentanyl, propofol, vecuronium	air-oxygen, propofol, fentanyl
10	F	35	165	54	1	201	160	Dental Treatment	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane, fentanyl, propofol, vecuronium	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane, fentanyl
11	F	26	162	56	1	250	180	Sinus Lift	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane, vecuronium	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
12	F	32	165	65	1	135	55	Cystectomy and Apicotomy Tooth Extraction	oxygen, fentanyl, propofol, vecuronium	air-oxygen, propofol, fentanyl
13	F	54	152	53	1	130	70	Tooth Extraction	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane, vecuronium	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
14	M	46	163	59	2	168	96	Cystectomy Tooth Extraction	air-oxygen-isoflurane, midazolam, fentanyl, vecuronium	air-oxygen-isoflurane, fentanyl
15	M	56	165	65	1	245	177	Tooth Extraction	oxygen, fentanyl, propofol, vecuronium	air-oxygen-sevoflurane, fentanyl
16	F	17	172	71	1	120	70	Tooth Extraction	oxygen, fentanyl, propofol, ketamine, vecuronium	air-oxygen, propofol, fentanyl
17	F	27	157	53	1	143	80	Tooth Extraction	oxygen, fentanyl, propofol, vecuronium	air-oxygen, propofol, fentanyl
18	M	29	164	57	1	160	120	Cystectomy and Apicotomy Tooth Extraction	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
19	M	28	169	68	2	142	90	Dental Treatment	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
20	M	19	159	57	1	135	80	Tooth Extraction	oxygen, propofol, butorphanol, vecuronium	nitrous oxide-oxygen-sevoflurane
21	F	26	159	54	1	147	100	Cystectomy Tooth Extraction	oxygen, fentanyl, propofol, vecuronium	propofol, air-oxygen-sevoflurane
22	M	30	168	76	1	245	195	Cystectomy Tooth Extraction	oxygen, fentanyl, propofol, ketamine, vecuronium	air-oxygen-sevoflurane
mean		27.9	158.6	56.2	1.1	168.5	110.4			
SD		12.7	13.3	15.7	0.4	64.1	58.5			

く、強い有意差 ( $p=4.5 \times 10^{-158}$ ) が認められた (Fig. 5)。

前額センサで得られたプレシスモグラフのAmplitudeは有意に低いものの、全身麻酔中の血圧や脈拍などの循環変動には左右されず、ほぼ一定の状態が得られ続けた ( $14.5 \pm 10.0$ )。それに対し、指尖センサで得られたプレシスモグラフのAmplitudeは大きく変動した ( $56.1 \pm 31.6$ ) (Fig. 5)。

今回、歯科口腔外科処置で前額センサを使用したことで、術操作による頭部の移動や振動時にはSpO<sub>2</sub>の値にアーチファクトが出現しやすい傾向が認められた (Fig. 3)。

また、挿管操作時の無呼吸等でSpO<sub>2</sub>が変化する場合には、指尖センサより前額センサの方が速く変化に反応する傾向が認められた。

## 考 察

従来の指尖センサによるパルスオキシメーターの原理は、指尖で660/920nmの波長の光を透過させることにより、赤色光吸光量/赤外光吸光量の演算でSpO<sub>2</sub>を数値化させるものである。透過光を用いる方法は指尖や耳朶等の末梢にしか用いることができないが、今回用いた前額センサは反射型であり、眼窩上動脈が存在する前額部などの体表面で用いることができる。さらに、眼窩上動脈は眼動脈の枝であり、眼動脈は内頸動脈から分岐するため、auto-regulationが働き、末梢循環に左右されない特徴を持つ。低体温により指尖センサでの脈波振幅は極端に減少するが、前額センサは殆ど変化しないことが報告されている<sup>3)</sup>。しかしながら、反射型センサはシグナルが小さいため、結果として脈波のAmplitudeは小さくなると

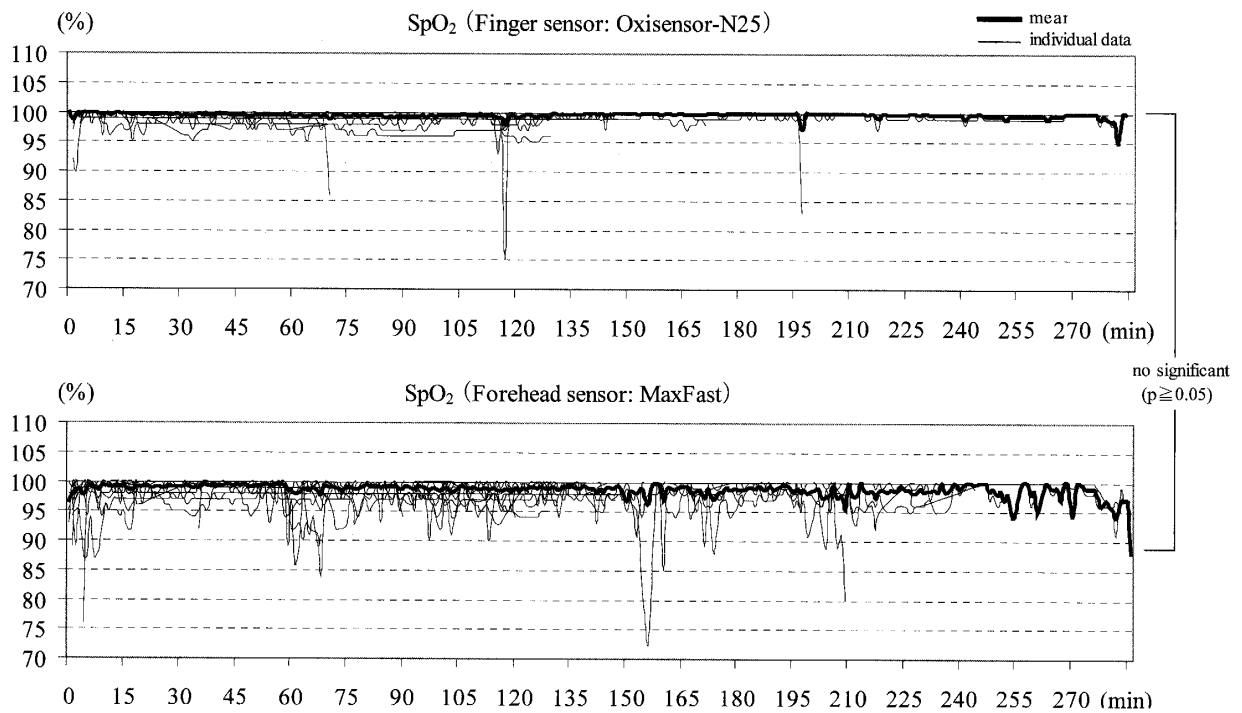


Fig. 3 Difference of SpO<sub>2</sub> between finger sensor and forehead sensor.

There was no significant difference between finger sensor and forehead sensor in SpO<sub>2</sub>.

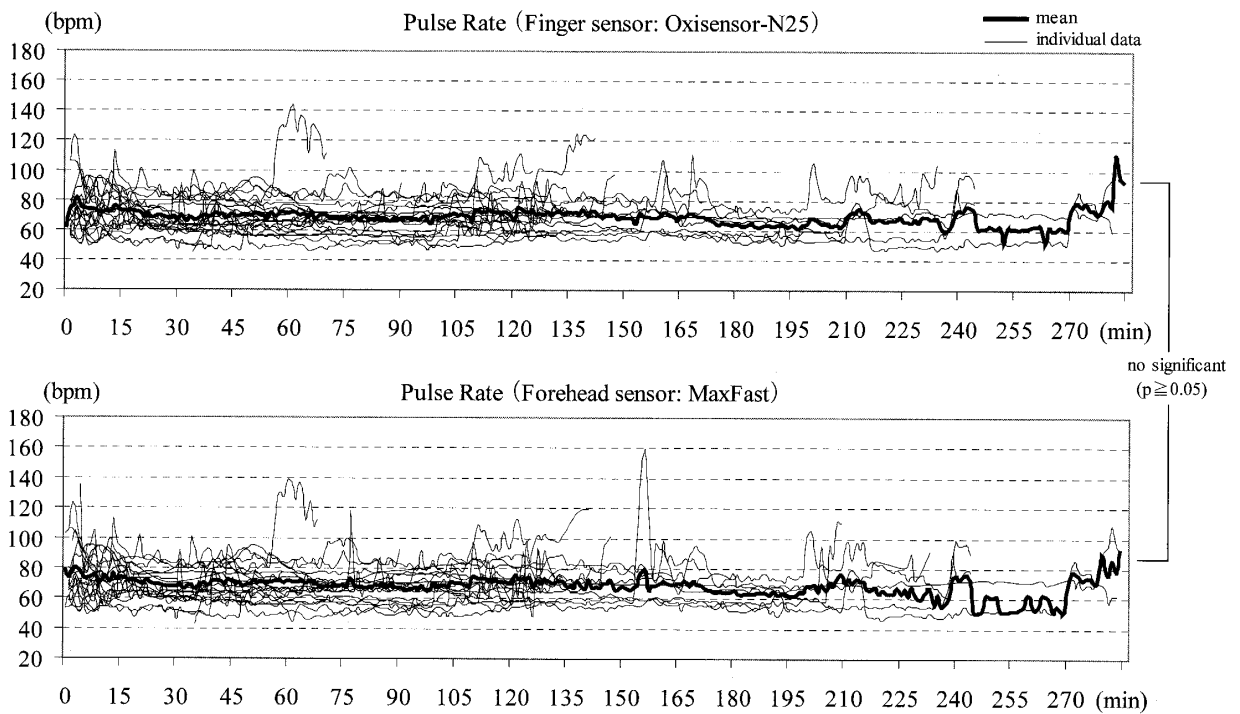


Fig. 4 Difference of pulse rate between finger sensor and forehead sensor.

There was no significant difference between finger sensor and forehead sensor in pulse rate.

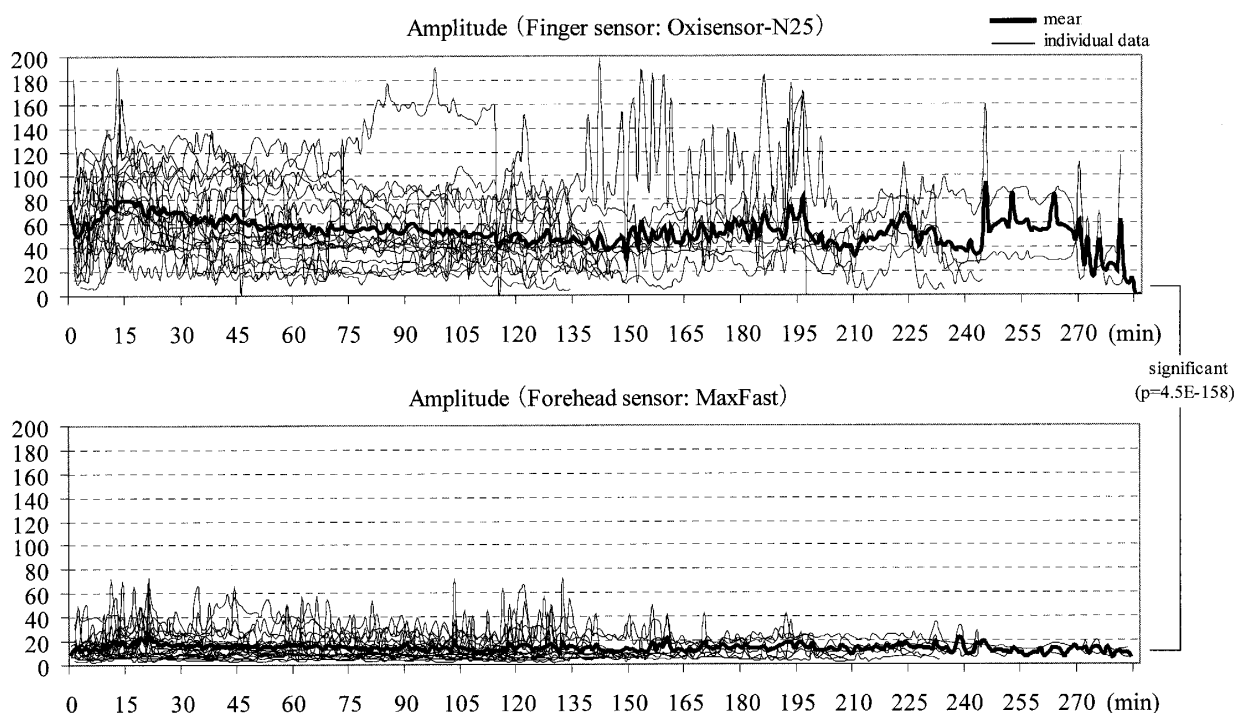


Fig. 5 Difference of amplitude between finger sensor and forehead sensor.

The amplitude of forehead sensor was significantly lower than finger sensor ( $p=4.5 \times 10^{-158}$ ). However, the amplitude of forehead sensor was more stable than finger sensor.

報告されている<sup>3)</sup>。これらのことから、前額センサの脈波は小さいものの、末梢循環に左右されにくいという特徴があり、本研究においても結果に同様の傾向が認められた。さらに、今回、頭部を頻りに動かす歯科口腔外科処置で前額センサを用いたため、指尖センサに比較してセンサの振動によるアーチファクトはみられたが、Amplitudeは変化せず安定していた。それに対して、指尖センサは処置による振動のアーチファクトが見られない一方、Amplitudeは末梢循環に大きく左右された。

第5世代パルスオキシメーターの前額センサによる測定はauto-regulationが働く眼窩上動脈で測定するために血流が保たれ、循環変動下でも安定したAmplitudeでSpO<sub>2</sub>が測定できることが明らかになった。指尖センサでのAmplitudeの低下は、末梢循環低下を示す指標として意味があると考えられるものの、末梢循環低下時には測定値の信頼性は低下すると思われる。その点、前額センサは、末梢循環が低下してもSpO<sub>2</sub>が安定して

測定できるために、全身麻酔のみならず、ショック時、搬送時、救急外来、ICUなどでの正確なSpO<sub>2</sub>の把握に有用と思われ、同様の報告がなされている<sup>1~3)</sup>。

また、今回、前額センサの方が指尖センサより早くSpO<sub>2</sub>の変化に反応する傾向が認められたが、これは、手指よりも、眼窩上動脈の方が血液循環上、より心臓に近く位置しているためと思われ、同様な結果が報告されており<sup>1~3)</sup>、前額センサは指尖センサに対して20秒もレスポンスが速いという報告もなされている<sup>4)</sup>。

前額センサも指尖センサも、ともに意味のあるモニターであるが、前額センサは指尖センサより優れた点が多く認められる。しかしながら、歯科口腔外科処置での前額センサ使用は、術操作による頭部の振動により、SpO<sub>2</sub>の値にアーチファクトが出現しやすい傾向が認められた。したがって、歯科口腔外科処置や頭頸部処置においては、特に前額センサと指尖センサを同時に装着することが望ましいと思われた。

## 結 語

前額センサおよび指尖センサの特性を理解して臨床応用することで、より有効なSpO<sub>2</sub>のモニタリングが可能になると思われる。

## 文 献

- 1) Sugino, S., Kanaya, N., Mizuuchi, M., Nakayama, M. *et al.* : Forehead is as sensitive as finger pulse oximetry during general anesthesia. *Can J Anaesth* **51** ; 432-436 2004.
- 2) Nuhr, M., Hoerauf, K., Joldzo, A., Frickey, N. *et al.* : Forehead SpO<sub>2</sub> monitoring compared to

finger SpO<sub>2</sub> recording in emergency transport : *Anaesthesia* **59** ; 390-393 2004.

- 3) Branson, RD. and Mannheim, P. D. : Forehead oximetry in critically ill patients : the case for a new monitoring site. *Respir Care Clin N Am* **10** ; 359-367 2004.
- 4) 河村宜克, 小暮 智, 今津康宏, 渡海裕文 : 前額部プローブによるパルスオキシメーターの使用経験, *麻酔* **52** ; 1030 2003.

著者への連絡先 ; 山崎信也, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部口腔外科学講座歯科麻酔学  
Reprint requests ; Shinya YAMAZAKI, Department of Dental Anesthesiology, Ohi University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan