

# Gradiente $SpO_2$ - $SaO_2$ Durante Ventilação Mecânica em Anestesia e Terapia Intensiva \*

## $SpO_2$ - $SaO_2$ Gap During Mechanical Ventilation in Anesthesia and Intensive Care

Pablo Escovedo Helayel<sup>1</sup>, Getúlio R. de Oliveira Filho, TSA<sup>2</sup>, Lúcia Marcon<sup>3</sup>, Flávio Hülse Pederneiras<sup>4</sup>, Marcos Antônio Nicolodi, TSA<sup>5</sup>, Sérgio Galluf Pederneiras, TSA<sup>6</sup>

### RESUMO

Helayel PE, Oliveira Filho GR, Marcon L, Pederneiras FH, Nicolodi MA, Pederneiras SG - Gradiente  $SpO_2$  -  $SaO_2$  Durante Ventilação Mecânica em Anestesia e Terapia Intensiva

**Justificativas e Objetivos** - A saturação periférica da oxihemoglobina ( $SpO_2$ ) é freqüentemente utilizada para guiar alterações do regime ventilatório. Valores de  $SpO_2$  iguais ou superiores a 96% são necessários para garantir saturação arterial da oxihemoglobina ( $SaO_2$ ) superiores a 90%, em pacientes de terapia intensiva. Este estudo teve por objetivo determinar concordância entre valores de  $SpO_2$  e  $SaO_2$  e delimitar a menor  $SpO_2$  associada a valores de  $SaO_2$  iguais ou superiores a 90%.

**Método** - Foram incluídos prospectivamente 120 pacientes adultos, de ambos os sexos, submetidos à anestesia geral com ventilação mecânica ou em tratamento intensivo. Amostras de sangue arterial foram coletadas por punção arterial ou por aspiração de linha arterial, utilizando técnica anaeróbia, em seringas heparinizadas. As amostras foram analisadas imediatamente após a coleta. A  $SpO_2$  foi medida por oxímetro de pulso durante a coleta, no indicador da mão contra-lateral, utilizando a onda dicrótica de pulso arterial como parâmetro de adequação.

**Resultados** - Foram analisadas 228 amostras. A diferença entre os valores de  $SpO_2$  e  $SaO_2$  variou entre -7,10% e 15,20%, sendo a diferença média igual a  $-0,20\% \pm 2,02\%$ .  $SpO_2$ - $SaO_2$  maiores que 4,04% (dois desvios padrão da diferença) ocorreram em 4,72% das amostras. A determinação gráfica da  $SpO_2$ , mínima para garantir a  $SaO_2$  acima de 90%, mostrou que somente valores de  $SpO_2$  iguais ou superiores a 99% não se associaram à ocorrência de nenhum valor de  $SaO_2$  inferior a 90%.

**Conclusões** - Embora a diferença entre os valores de  $SpO_2$  e  $SaO_2$  tenham se localizado entre mais e menos 5% em 97% dos

pares analisados, somente valores acima de 99% excluíram pacientes com  $SaO_2$  menor que 90%.

UNITERMOS: MONITORIZAÇÃO: oximetria de pulso; VENTILAÇÃO: ventilação mecânica

### SUMMARY

Helayel PE, Oliveira Filho GR, Marcon L, Pederneiras FH, Nicolodi MA, Pederneiras SG -  $SpO_2$  -  $SaO_2$  Gap During Mechanical Ventilation in Anesthesia and Intensive Care

**Background and Objectives** - Peripheral oxy-hemoglobin saturation ( $SpO_2$ ) is commonly used to guide ventilator settings.  $SpO_2$  values equal to, or higher than 96% are necessary to assure arterial oxy-hemoglobin saturation ( $SaO_2$ ) higher than 90% in intensive care patients. This study aimed to determine  $SpO_2$  -  $SaO_2$  gap and to establish the lowest  $SpO_2$  associated to  $SaO_2$  values equal to, or higher than 90%.

**Methods** - Participated in this prospective study 120 adult patients of both genders submitted to general anesthesia and mechanical ventilation or under intensive care. Arterial blood samples were obtained by arterial puncture or central line aspiration using the anaerobic technique and heparin-containing syringes. Samples were analyzed immediately after collection.  $SpO_2$  was measured during collection with the pulse oximeter placed on the opposite second finger and using arterial pulse dichroic wave as the adequacy parameter.

**Results** - Two hundred and twenty-eight samples were analyzed. The difference between  $SpO_2$  and  $SaO_2$  ranged between -7.10% and 15.2%, being  $-0.20\% \pm 2.02\%$  the mean difference (bias).  $SpO_2$ - $SaO_2$  higher than 4.04% (two standard deviations of the difference) was observed in 4.72% of samples. Graphical analysis of the lowest  $SpO_2$  to assure an  $SaO_2$  higher than 90% has shown that only  $SpO_2$  values equal to, or higher than 99% were not associated to  $SaO_2$  values below 90%.

**Conclusions** - Although  $SpO_2$ - $SaO_2$  gap remaining between plus or minus 5% for 97% of the samples, only  $SpO_2$  values higher than 99% excluded patients with  $SaO_2$  values below 90%.

KEY WORDS - MONITORING: pulse oximetry; VENTILATION: mechanical ventilation

### INTRODUÇÃO

A saturação periférica da oxihemoglobina é uma estimativa de sua saturação no sangue arterial amplamente utilizada na monitorização de pacientes durante anestesia e em terapia intensiva. Durante ventilação mecânica, a  $SpO_2$  tem sido utilizada para determinar a adequação de mudanças feitas no regime ventilatório, como alterações da fração inspirada de oxigênio, valores de pressão positiva tele-expiratória e desmame. Os valores de  $SpO_2$  tradicionalmente

\* Recebido do (Received from) Hospital Governador Celso Ramos - CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC, Florianópolis, SC

1. ME<sub>2</sub> do CET/SBA da SES-SC
2. Responsável pelo CET/SBA da SES-SC
3. Enfermeira da Unidade de Tratamento Intensivo
4. ME<sub>1</sub> do CET/SBA da SES-SC
5. Anestesiologista do Hospital Governador Celso Ramos
6. Co-Responsável do CET/SBA da SES-SC

Apresentado (Submitted) em 01 de dezembro de 2000  
Aceito (Accepted) para publicação em 09 de janeiro de 2001

Correspondência para (Mail to):  
Dr. Getúlio Rodrigues de Oliveira Filho  
Rua José Cândido Silva 179/402  
88075-250 - Florianópolis, SC  
E-mail: grof@th.com.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2001

associados com SaO<sub>2</sub> acima de 90%, ou seja, normoxemia, variam entre 92 e 94%<sup>1</sup>. Entretanto, recentemente, a ausência de hipoxemia só foi verificada quando os valores da SpO<sub>2</sub> foram iguais ou maiores que 96%<sup>2</sup>. Estes achados possuem implicações clínicas óbvias.

Este estudo teve como objetivos estudar os limites de concordância entre os valores de SpO<sub>2</sub> e SaO<sub>2</sub> em pacientes anestesiados e criticamente enfermos durante ventilação mecânica e estabelecer os valores mínimos de SpO<sub>2</sub> associados a saturações arteriais da oxihemoglobina superiores a 90%.

## MÉTODOS

Com a aprovação da Comissão de Ética Médica do Hospital Governador Celso Ramos, foram incluídos prospectivamente 120 pacientes adultos, de ambos os sexos, submetidos à ventilação mecânica durante anestesia geral ou terapia intensiva, com fração inspirada de oxigênio entre 40% e 100%, independentemente dos demais parâmetros de ventilação utilizados ou do estado hemodinâmico. Foram excluídos os pacientes em circulação extracorpórea, os ictericos, os que tinham esmalte nas unhas e os anêmicos (hemoglobina menor que 9 g.ml<sup>-1</sup>). Também não foram incluídos pacientes cujas gasometrias apresentaram SaO<sub>2</sub> igual ou menor que 75%, por possibilidade de contaminação venosa da amostra durante a punção arterial. Amostras de sangue arterial foram coletadas por punção da artéria radial ou por aspiração de linha arterial, utilizando técnica anaeróbia, em seringas heparinizadas. As amostras foram analisadas imediatamente após a coleta. Durante a coleta, foram anotados os valores de SpO<sub>2</sub>, a partir de oxímetro de pulso com sensores reutilizáveis digitais, utilizando a onda dicrotica de pulso arterial como parâmetro de adequação da medida.

Os valores de SpO<sub>2</sub> e de SaO<sub>2</sub> foram comparados pelo teste U de Mann-Whitney e sua concordância foi avaliada pelo método de Bland-Altman. Para determinar o menor valor de SpO<sub>2</sub> associado com SaO<sub>2</sub> igual ou superior a 90%, foi utilizado um gráfico SaO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub> no qual foram desenhadas duas linhas. A primeira linha, vertical, definiu o limite de SaO<sub>2</sub> em 90% e a segunda, horizontal, cruzou o eixo das ordenadas no valor de SpO<sub>2</sub> acima do qual não foram observados valores de SaO<sub>2</sub> menor que de 90%.

## RESULTADOS

Foram analisadas 228 amostras de 120 pacientes cujos dados demográficos estão representados na tabela I. Os valores de SpO<sub>2</sub> diferiram significativamente dos da SaO<sub>2</sub> (Tabela II). A diferença entre os valores de SpO<sub>2</sub> e SaO<sub>2</sub> variou entre -7,10% e 15,20%, sendo a diferença média igual a -0,20%, com desvio padrão igual a 2,02%. O gradiente SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> localizou-se entre menos e mais 4,04% (dois desvios padrão da diferença média) em 95,28% das amostras (Figura 1).

Tabela I - Dados Demográficos

Idade (anos) *	52,94 ± 16,56
Sexo #	
Masculino	66
Feminino	54
Peso (kg) *	71,60 ± 15,97
Altura (m) *	1,65 ± 0,09

\* Valores expressos pela Média ± DP  
# Número de casos

Tabela II - Comparação entre os Valores de SaO<sub>2</sub> e SpO<sub>2</sub>

Parâmetro	Mediana [quartil inf.; superior] (Mínimo - Máximo)
SaO <sub>2</sub>	99,8 [98,5; 100] * 83 - 100
SpO <sub>2</sub>	99 [98; 100] 84 - 100

\* p < 0,05 comparado à SpO<sub>2</sub>

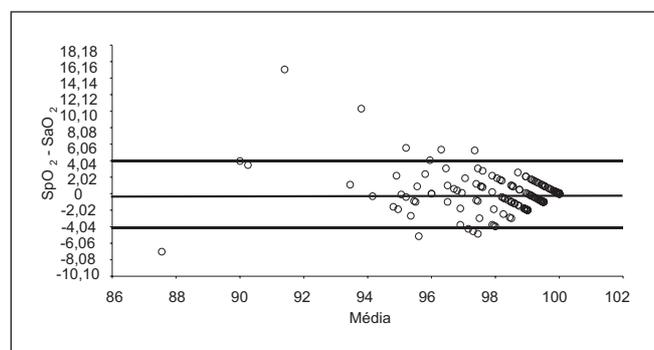


Figura 1 - Diagrama do Bland-Altman para a SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub>

A determinação gráfica da SpO<sub>2</sub> mínima para garantir a SaO<sub>2</sub> acima de 90% mostrou que somente valores de SpO<sub>2</sub> iguais ou superiores a 99% não se associaram à ocorrência de nenhum valor de SaO<sub>2</sub> inferior a 90% (Figura 2).

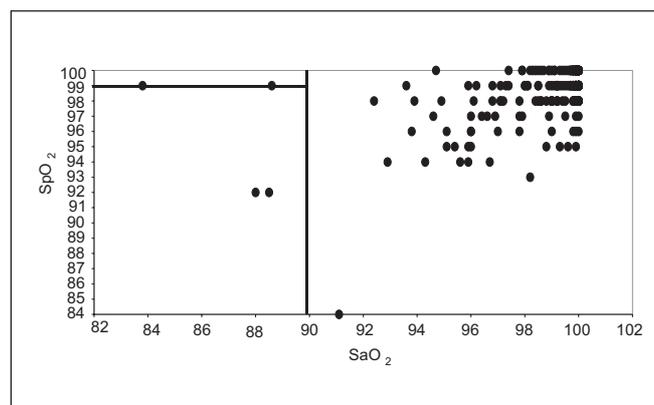


Figura 2 - Determinação Gráfica do Valor Mínimo da SpO<sub>2</sub> para Evitar SaO<sub>2</sub> menor que 90%

## DISCUSSÃO

O diagnóstico clínico de hipoxemia é dado pela presença de cianose. Entretanto, esta somente ocorre quando a SaO<sub>2</sub> é menor que 75% e depende da concentração de hemoglobina reduzida, que deve ser superior a 5 g.dl<sup>-1</sup>. Assim, sua ausência não elimina a possibilidade de hipoxemia<sup>1</sup>. A saturação periférica da oxihemoglobina correlaciona-se fortemente com a saturação arterial da oxihemoglobina e, por esta razão é utilizada rotineiramente na monitorização peri-operatória e na terapia intensiva, permitindo o diagnóstico precoce de hipoxemia<sup>3,5</sup>.

Os oxímetros de pulso aferem a diferença na absorção de dois comprimentos de onda luminosa durante sua passagem através de tecidos perfundidos, analisando a faixa de absorbância dos componentes contínuo e pulsátil do fluxo sanguíneo tecidual. As taxas de absorbância são relacionadas com medidas diretas de SaO<sub>2</sub> obtidas em voluntários sadios por co-oximetria, resultando em um algoritmo de calibração, que é armazenado no microprocessador digital do oxímetro de pulso. Assim, é gerada uma estimativa da SaO<sub>2</sub><sup>6</sup>.

Asaturação de oxigênio da oxihemoglobina no sangue arterial pode ser classificada em fracional e funcional. A primeira é medida espectrofotometricamente pela co-oximetria, sendo calculada pela relação  $[HbO_2 / (HbO_2 + Hb \text{ reduzida} + \text{metemoglobina} + \text{carboxi-hemoglobina}) \times 100]$ . A saturação de oxigênio funcional da oxihemoglobina é estimada pela oximetria de pulso e é calculada pela razão  $[HbO_2 / (HbO_2 + Hb \text{ reduzida}) \times 100]$ <sup>7</sup>. Desta maneira, a oximetria de pulso não diferencia a hemoglobina reduzida das demais formas de hemoglobina, podendo superestimar a SaO<sub>2</sub> na presença destas<sup>7</sup>.

Artefatos na medida da SpO<sub>2</sub> foram relacionados à diminuição da razão entre a qualidade do sinal e a interferência na captação. Assim, o uso de vasopressores, a baixa perfusão tissular e a colocação inadequada do sensor são responsáveis pela diminuição do sinal, enquanto o movimento e a luz ambiente aumentam a interferência<sup>8</sup>. A diminuição acentuada da resistência vascular sistêmica pode fazer com que a SpO<sub>2</sub> subestime a SaO<sub>2</sub>. Em pacientes sépticos, o oxímetro de pulso é sensibilizado pelo fluxo venoso pulsátil, causado pela abertura de fístulas arterio-venosas cutâneas<sup>9</sup>. Embora a anemia aguda em pacientes não hipoxêmicos não afete significativamente a precisão da oximetria de pulso<sup>6</sup>, portadores de anemia falciforme, em vigência de crise falcêmica, apresentam valores de SaO<sub>2</sub> superestimado pela SpO<sub>2</sub>, sem entretanto mascarar o diagnóstico de hipoxemia<sup>10,11</sup>. As dis-hemoglobinemias podem falsear as medidas da oximetria de pulso. Destas, a mais comum é a carboxi-hemoglobinemia, associada ao tabagismo crônico e à intoxicação pelo monóxido de carbono, em que a SaO<sub>2</sub> é superestimada pela SpO<sub>2</sub><sup>7</sup>. Durante metemoglobinemia grave, a SpO<sub>2</sub> mantém-se constante, em torno de 85%, independentemente do valor da SaO<sub>2</sub>. Metemoglobinemia pode resultar do uso de nitroprussiato de sódio, nitroglicerina, metoclopramida, sulfas, prilocaína e benzocaína<sup>12</sup>.

Fatores demográficos, como idade, sexo ou raça não influenciam a relação entre a SpO<sub>2</sub> e SaO<sub>2</sub><sup>13</sup>. Em negros, SpO<sub>2</sub> abaixo de 95% reflete SaO<sub>2</sub> menor que 90%, enquanto, em brancos, o valor correspondente da SpO<sub>2</sub> é 92%<sup>6</sup>.

Os valores normais do gradiente SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> variam entre menos e mais 3 a 5%<sup>6</sup>.

Em anestesia e, especialmente em terapia intensiva, a SpO<sub>2</sub> é utilizada para indicar alterações do regime ventilatório. Assumindo valores normais do gradiente SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub>, utilizam-se limites inferiores de SpO<sub>2</sub> entre 92 e 94% para evitar SaO<sub>2</sub> inferior a 90%, que corresponde à hipoxemia leve<sup>3-6</sup>. Entretanto, em pacientes criticamente enfermos, sob ventilação mecânica, o limite inferior da SpO<sub>2</sub> deveria ser de 96%, para evitar hipoxemia durante alterações do regime ventilatório<sup>2</sup>.

Neste estudo, 95,28% dos pacientes apresentaram valores do gradiente SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub>, dentro de dos limites de discordância, isto é, dois desvios padrão acima e abaixo da diferença média mas 4,72% apresentaram valores excessivamente altos. Nestes, caso a SpO<sub>2</sub> mínima aceitável para afastar hipoxemia durante ajuste do regime ventilatório fosse estipulada entre 92 e 94%, teriam resultado valores de SaO<sub>2</sub> muito abaixo de 90% e os pacientes estariam hipoxêmicos após a intervenção.

Conclui-se que, embora a SpO<sub>2</sub> estime a SaO<sub>2</sub> com pequena discordância na grande maioria dos pacientes, somente valores iguais ou maiores que 99% afastam a possibilidade de SaO<sub>2</sub> abaixo de 90% em pacientes cirúrgicos ou gravemente enfermos. Recomenda-se que alterações do regime ventilatório sejam feitas somente após confirmação gasométrica dos valores da PaO<sub>2</sub> e da SaO<sub>2</sub>.

---

## *SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> Gap During Mechanical Ventilation in Anesthesia and Intensive Care*

Pablo Escovedo Helayel, M.D., Getúlio R. de Oliveira Filho, M.D., Lúcia Marcon, M.D., Flávio Hülse Pederneiras, M.D., Marcos Antônio Nicolodi, M.D., Sérgio Galluf Pederneiras, M.D.

## INTRODUCTION

Peripheral oxy-hemoglobin saturation is a widely used estimate of its saturation in the arterial blood for monitoring patients under anesthesia and/or intensive care. During mechanical ventilation, SpO<sub>2</sub> has been used to determine the adequacy of changes in ventilator settings, such as oxygen inspired fraction, positive tele-expiratory pressure values and weaning. SpO<sub>2</sub> values traditionally associated to SaO<sub>2</sub> higher than 90%, that is, normoxemia, vary between 92% and 94%<sup>1</sup>. Recently, however, the lack of hypoxemia has been only observed with SpO<sub>2</sub> values equal to, or higher than 96%. Such findings have obvious clinical implications.

This study aimed to evaluate matching limits between SpO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> in anesthetized and critically ill patients during mechanical ventilation to establish minimum SpO<sub>2</sub> values associated to more than 90% arterial oxy-hemoglobin saturation.

**METHODS**

After Hospital Governador Celso Ramos Medical Ethics Committee approval, participated in this prospective study 120 patients of both genders submitted to mechanical ventilation during general anesthesia or intensive care, with inspired oxygen fraction between 40% and 100%, regardless of other ventilation parameters or of hemodynamic status. Patients in cardio-respiratory bypass, icteric, with nail polish or anemic (hemoglobin lower than 9 g.ml<sup>-1</sup>) were excluded from the study. Patients with SaO<sub>2</sub> equal to, or lower than 75% were also excluded due to the possibility of venous contamination of the sample during arterial puncture. Arterial blood samples were collected by radial artery puncture or arterial line aspiration using an anaerobic technique and heparin-containing syringes. Samples were analyzed immediately after collection. During collection, SpO<sub>2</sub> values were obtained with a pulse oximeter with reusable digital sensors, using the arterial pulse dichroic wave as the adequacy parameter.

SpO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> values were compared by Mann-Whitney U test and their matching was evaluated by Bland-Altman test. To determine the lowest SpO<sub>2</sub> value associated to an SaO<sub>2</sub> equal to, or higher than 90% an SaO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub> chart was used where two lines were plotted. The vertical line defined SaO<sub>2</sub> limit in 90% and the horizontal line crossed the ordinate axle at an SpO<sub>2</sub> value above which no SaO<sub>2</sub> values below 90% were observed.

**RESULTS**

Demographics data of 120 patients of whom 228 samples were analyzed are shown in table I. SpO<sub>2</sub> values were significantly different from SaO<sub>2</sub> values (Table II). Differences between SpO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> varied from -7.10% to 15.20%. Mean difference was -0.20% with a standard deviation of 2.02%. SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> gap remained between plus or minus 4.04% (two standard deviations of the difference) in 95.28% of samples (Figure 1).

Table I - Demographics Data

Age (years) *	52.94 ± 16.56
Gender #	
Masculino	66
Feminino	54
Weight (kg) *	71.60 ± 15.97
Height (m) *	1.65 ± 0.09

\* Values expressed in Mean ± SD

# Number of cases

Table II - Comparison between SaO<sub>2</sub> and SpO<sub>2</sub> values

Parameter	Median [lower; upper quartile] (Lowest - Highest)
SaO <sub>2</sub>	99.8 [98.5; 100]* 83 - 100
SpO <sub>2</sub>	99 [98;100] 84 - 100

\* p < 0.05 as compared to SpO<sub>2</sub>

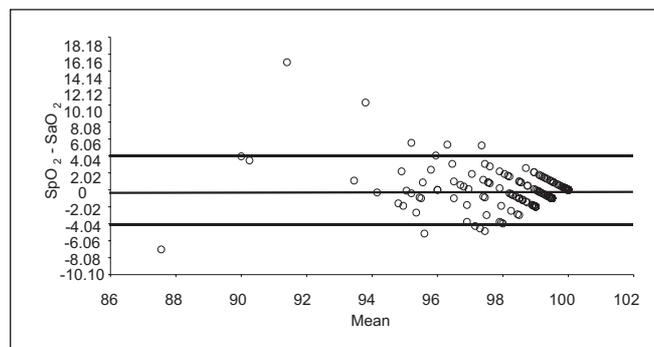


Figure 1 - Bland-Altman Diagram for SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub>

Lowest SpO<sub>2</sub> to assure an SaO<sub>2</sub> higher than 90% has shown that only SpO<sub>2</sub> values equal to, or higher than 99% were not associated to SaO<sub>2</sub> values below 90% (Figure 2).

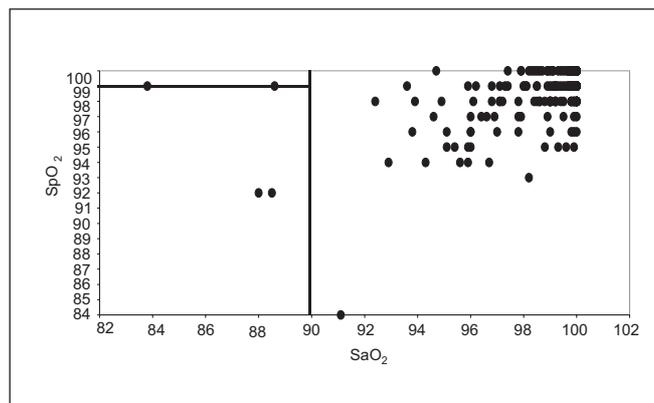


Figure 2 - Graphic Representation of Minimum SpO<sub>2</sub> Value to Prevent SaO<sub>2</sub> below 90%

**DISCUSSION**

Hypoxemia is confirmed by the presence of cyanosis. However, it is only seen when SaO<sub>2</sub> is lower than 75% and depends on reduced hemoglobin saturation, which must be higher than 5 g.dl<sup>-1</sup>. So, its absence does not rule out the possibility of hypoxemia<sup>1</sup>. Peripheral oxy-hemoglobin saturation is strongly correlated to oxy-hemoglobin arterial saturation and,

as such, it is routinely used in perioperative monitoring and in intensive care units for an early hypoxemia diagnosis<sup>3,5</sup>.

Pulse oximetry checks the difference in absorption of two light wave lengths crossing perfused tissues, by analyzing the absorbance range of continuous and pulsatile components of tissue blood flow. Absorbance rates are related to SaO<sub>2</sub> measurements obtained in healthy volunteers by co-oximetry, resulting in a calibration algorithm which is stored in the pulse oximeter's digital microprocessor and generates an SaO<sub>2</sub> estimate<sup>6</sup>.

Arterial oxy-hemoglobin oxygen saturation may be classified as fractional and functional. The first is spectrophotometrically measured by co-oximetry and is calculated by the  $[\text{HbO}_2/(\text{HbO}_2 + \text{reduced Hb} + \text{methemoglobin} + \text{carboxy-hemoglobin}) \times 100]$  ratio. Functional oxy-hemoglobin oxygen saturation is estimated by pulse oximetry and is calculated by the  $[\text{HbO}_2/(\text{HbO}_2 + \text{reduced Hb}) \times 100]$  ratio<sup>7</sup>. This way, pulse oximetry does not distinguish reduced hemoglobin from other forms of hemoglobin and may overestimate SaO<sub>2</sub><sup>7</sup>.

SpO<sub>2</sub> measurements artifacts were related to a decrease in the ratio between signal quality and capturing interference. So, the use of vasopressants, the low tissue perfusion and the inadequate placement of the sensor are responsible for signal decrease, while movement and room light increase the interference<sup>8</sup>. The marked decrease in systemic vascular resistance may lead SpO<sub>2</sub> to underestimate SaO<sub>2</sub>. In septic patients, pulse oximeter is sensitized by the pulsatile venous flow caused by the opening of skin arterial-venous fistulas<sup>9</sup>. Although acute anemia in non hypoxemic patients does not significantly affect pulse oximetry precision<sup>6</sup>, sickle cell disease patients during crisis show SaO<sub>2</sub> values underestimated by SpO<sub>2</sub>, however without hiding the diagnosis of hypoxemia<sup>10,11</sup>. Dyshemoglobulinemias may affect pulse oximetry measurements. From those, the most common is carboxy-hemoglobinemia associated to chronic smoking and CO<sub>2</sub> poisoning, where SaO<sub>2</sub> is overestimated by SpO<sub>2</sub>. During severe methemoglobinemia, SpO<sub>2</sub> is constant around 85%, regardless of SaO<sub>2</sub>. Methemoglobinemia may result from the use of sodium nitroprusside, nitroglycerin, metoclopramide, sulfas, prilocaine and benzocaine<sup>12</sup>. Demographics, such as age, gender or race do not influence SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> ratio<sup>13</sup>. In blacks, SpO<sub>2</sub> below 95% reflects SaO<sub>2</sub> below 90%, while in Caucasians this same SpO<sub>2</sub> value is 92%<sup>6</sup>. Normal SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> gap values vary between plus or minus 3% to 5%<sup>6</sup>.

In anesthesia, and especially in intensive care, SpO<sub>2</sub> is used to identify changes in ventilator settings. Assuming normal SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> gap values, lower SpO<sub>2</sub> values between 92% and 94% are used to prevent SaO<sub>2</sub> going below 90%, which corresponds to mild hypoxemia<sup>3-6</sup>. However, in critically ill patients under mechanical ventilation, lower SpO<sub>2</sub> limit should be 96% to avoid hypoxemia during changes in ventilator settings<sup>2</sup>.

In our study, 95.28% of patients showed SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> gap values within mismatching limits, that is, two standard deviations above and below the mean difference, but 4.72% showed excessively high values. In such cases, if the lowest

acceptable SpO<sub>2</sub> to rule out hypoxemia during ventilator settings adjustment was established between 92% and 94%, SaO<sub>2</sub> values would be well below 90% and patients would be hypoxemic after the intervention.

We concluded that, although SpO<sub>2</sub> estimating SaO<sub>2</sub> with a minor mismatch in most cases, only values equal to, or higher than 99% rule out the possibility of SaO<sub>2</sub> below 90% in surgical or critically ill patients. It is recommended that adjustments in ventilator settings should only be done after confirmation of PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub>.

## REFERÊNCIAS - REFERENCES

- Powell, JF, Menon DK, Jones JG - The effects of hypoxemia and recommendations for postoperative oxygen therapy. *Anaesthesia*, 1996;51:769-772.
- Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M et al - Evidence for the need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive care unit. *Crit Care Med*, 2000;28:703-706.
- Moller JT, Johannessen NW, Espersen K et al - Randomized evaluation of pulse oximetry in 20,802 patients: I. Perioperative events and postoperative complications. *Anesthesiology*, 1993; 78:445-453.
- Jensen L.A, Onyskiw JE, Prasad NG - Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung*, 1998;27:387-408.
- Smith DC - Pulse oximetry in the recovery room. *Anaesthesia*, 1989;44:345-348.
- Jubran A - Advances in respiratory monitoring during mechanical ventilation. *Chest*, 1999;116:1416-1425.
- Hampson N - Pulse oximetry in severe carbon monoxide poisoning. *Chest*, 1998;114:1036-1041.
- Severinghaus JW, Spellman MJ - Pulse oximeter failure thresholds in hypotension and vasoconstriction. *Anesthesiology*, 1990;73:532-537.
- Secker C, Spiers P - Accuracy of pulse oximetry in patients with low systemic vascular resistance. *Anaesthesia*, 1997;52: 127-130.
- Kress JP, Pohlman AS, Hall JB - Determination of hemoglobin saturation in patients with acute sickle chest syndrome: a comparison of arterial blood gases and pulse oximetry. *Chest*, 1999;115:1316-1320.
- Ortiz FO, Aldrich TK, Nagel RI et al - Accuracy of pulse oximetry in sickle cell disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;159: 447-451.
- Barker SJ, Tremper KK, Hyatt J et al - Effects of methemoglobin on pulse oximetry and mixed venous oximetry. *Anesthesiology*, 1989;70:112-117.
- Saber W, McCarthy K, Schilz R - Limitations of pulse oximetry. *Chest*, 2000;118:184S.

## RESUMEN

Helayel PE, Oliveira Filho GR, Marcon L, Pederneiras FH, Nicolodi MA, Pederneiras SG - Gradiente SpO<sub>2</sub> - SaO<sub>2</sub> Durante Ventilación Mecánica en Anestesia y Terapia Intensiva

**Justificativas y Objetivos** - La saturación periférica de la oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>) es frecuentemente utilizada para guiar alteraciones del régimen ventilatorio. Valores de SpO<sub>2</sub> iguales o superiores a 96% son necesarios para garantizar saturación

arterial de la oxihemoglobina (SaO<sub>2</sub>) superiores a 90%, en pacientes de terapia intensiva. Este estudio tuvo por objetivo determinar concordancia entre valores de SpO<sub>2</sub> y SaO<sub>2</sub> y delimitar la menor SpO<sub>2</sub> asociada con valores de SaO<sub>2</sub> iguales o superiores a 90%.

**Método** - Fueron incluidos prospectivamente 120 pacientes adultos, de ambos sexos, sometidos a anestesia general con ventilación mecánica o en tratamiento intensivo. Muestras de sangre arterial fueron colectadas por punción arterial o por aspiración de línea arterial, utilizando técnica anaerobia, en jeringas heparinizadas. Las muestras fueron analizadas inmediatamente después de la colecta. La SpO<sub>2</sub> fue medida por oxímetro de pulso durante la colecta, en el indicador de la mano contra-lateral, utilizando la onda dicrótica de pulso arterial como parámetro de adecuación.

**Resultados** - Fueron analizadas 228 muestras. La diferencia entre los valores de SpO<sub>2</sub> y SaO<sub>2</sub> varió entre -7,10% y 15,20%, siendo la diferencia media igual a -0,20% ± 2,02%. SpO<sub>2</sub>-SaO<sub>2</sub> mayores que 4,04% (dos desvíos padrones de la diferencia) ocurrieron en 4,72% de las muestras. La determinación gráfica de la SpO<sub>2</sub>, mínima para garantizar la SaO<sub>2</sub> arriba de 90%, mostró que solamente valores de SpO<sub>2</sub> iguales o superiores a 99% no se asociaron con la ocurrencia de ningún valor de SaO<sub>2</sub> inferior a 90%.

**Conclusiones** - Aun cuando la diferencia entre los valores de SpO<sub>2</sub> y SaO<sub>2</sub> se hallan localizados entre más y menos 5% en 97% de los pares analizados, solamente valores arriba de 99% excluyeron pacientes con SaO<sub>2</sub> menor que 90%.