



# UTILIDAD DE LA PULSIOXIMETRÍA DURANTE LA BRONCOFIBROSCOPIA

L.M. Hernández Blasco, V. Villena Garrido, I. Sánchez Hernández, E. de Miguel Poch, J. Alfaro Abreu, C. Álvarez Martínez y P. Martín Escribano

Servicio de Neumología. Hospital 12 de Octubre. Madrid.

El estudio se diseñó para evaluar la utilidad de la pulsioximetría en la detección de hipoxemia durante la broncofibroscopia (BF). Se monitorizó de forma no invasiva y continua la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial ( $\text{SaO}_2$  %) y la frecuencia cardíaca durante la realización de la BF a 102 pacientes adultos. Se observó un descenso medio de la  $\text{SaO}_2$  % de 2,5 % (DE = 2,5 %, intervalo 0 a 14 %), sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre las diferentes fases en que se dividió la exploración o al separar a los pacientes según se obtuvieran muestras de tejido pulmonar mediante biopsia transbronquial (n = 36) o no (n = 66). En diez pacientes se objetivaron  $\text{SaO}_2$  % inferiores a 85 % durante la BF, que se corrigieron con la administración de oxígeno suplementario. Se exponen aquellas circunstancias que pueden interferir en la validez de las lecturas del pulso oxímetro y las posibles soluciones. Aconsejamos la utilización de la pulsioximetría para la monitorización durante la BF de los pacientes de alto riesgo, lo que permite poder hacer una corrección idónea e inmediata de las posibles fases hipoxémicas.

*Arch Bronconeumol 1991; 27:277-280.*

## Usefulness of pulseoxymetry during bronchofiberoscopy

This study was designed to evaluate the usefulness of pulseoxymetry for the detection of hypoxemia during bronchofiberoscopy. In a series of 102 adult patients a noninvasive continuous monitoring of oxygen saturation of arterial hemoglobin ( $\text{SaO}_2$  %) and heart rate was performed during a bronchofiberoscopic examination. There was a mean decrease in  $\text{SaO}_2$  % of 2.5 % (SD: 2.5 %, range 0 to 14 %) but there were no statistically significant differences during the different steps of the exploration and the decrease was comparable if the patients were divided into those who underwent transpulmonary biopsy (n = 36) and those did not (n = 66). In ten patients  $\text{SaO}_2$  was lower than 85 % during bronchoscopy and was corrected with additional oxygen supply. All possible circumstances that may interfere the validity of pulseoxymetry measurements are discussed along with their possible solution. We advise the use of pulseoxymetry monitoring during bronchoscopy in high risk patients since it allows to a rapid and effective correction of all hypoxemic phases.

## Introducción

Desde su introducción por Ikeda en la década de los años 60<sup>1</sup>, las indicaciones de la broncofibroscopia (BF) se han ampliado progresivamente. Aunque es un proceder muy seguro en manos expertas, se han descrito una serie de situaciones que aumentan el riesgo de esta exploración: angina inestable o infarto agudo de miocardio reciente, asma bronquial inestable, insuficiencia respiratoria moderada-severa, etc<sup>2</sup>. Este mayor riesgo se ha asociado con descensos importantes de la presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) que pueden ocurrir durante la exploración endoscópica del árbol traqueobronquial<sup>3</sup>. Estas fluctuaciones de la  $\text{PaO}_2$  pueden ser tan rápidas que hagan que la extracción intermitente de sangre arterial para medición de los gases sanguíneos no sirva para una vigilancia clínica adecuada del estado de oxigenación del paciente<sup>4</sup>. Por ello, sería importante disponer de métodos no invasivos que nos pudieran ofrecer información continua del grado de oxigenación arterial.

El propósito del presente estudio fue evaluar la utilidad del pulsioxímetro Ohmeda Biox 3700 en la detección de episodios de desaturación de la oxihemoglobina arterial, así como cambios en la frecuencia cardíaca, en pacientes adultos durante la realización de la BF.

## Material y métodos

La población de estudio la constituyen 102 pacientes adultos, de raza blanca, no conectados a sistemas de ventilación mecánica, a los que se les realizó una BF en el Servicio de Neumología del Hospital 12 de Octubre durante los meses de febrero y marzo de 1988. Fueron 81 varones y 21 mujeres, con una edad media de 58 años (intervalo, 24 a 82 años). Las indicaciones clínicas que motivaron la realización del estudio broncoscópico se exponen en la tabla I.

El porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial ( $\text{SaO}_2$  %) y la frecuencia cardíaca se midieron continuamente con el sensor de dedo del pulsioxímetro Ohmeda Biox 3700, manejado por personal experimentado y siguiéndose las recomendaciones estrictas del fabricante. La monitorización con el pulsioxímetro se iniciaba dos a tres minutos antes de comenzar la BF y se mantenía hasta tres a cinco minutos después de finalizada la exploración. Recientemente



hemos comunicado los datos sobre la fiabilidad de las medidas del pulso oxímetro Ohmeda Biox 3700 en nuestro laboratorio de exploración funcional pulmonar<sup>5</sup>.

Para la exploración se utilizó un broncofibroscopio de la marca Olympus OES, introducido preferentemente por vía nasal con el paciente en decúbito supino. Como premedicación se utilizó atropina, a dosis de 0,5 a 1 mg, administrada por vía subcutánea quince a treinta minutos antes de iniciar la exploración. Como anestésico local se utilizó lidocaína al 5 %, procurando no sobrepasar la dosis total de 400 mg. Consideramos como inicio de la BF la primera administración de anestesia tópica (generalmente por punción crico-tiroidea) y como final la extracción del broncofibroscopio por las cuerdas vocales.

Puesto que el pulsioxímetro ofrece una medida instantánea y continua de la SaO<sub>2</sub> %, para el análisis estadístico de los datos se obtuvo la media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DE) de los valores obtenidos cada 30 segundos en las diferentes fases en que se dividió la BF. La media así obtenida durante los dos a tres minutos antes de comenzar la BF se consideró como el valor basal de SaO<sub>2</sub> % para cada paciente y se utilizó para el cálculo posterior de los parámetros (media, desviación e intervalo) de la desaturación observada durante la prueba. Para el estudio estadístico se utilizó la comparación de medias y el coeficiente de correlación, ambos incluidos en el programa informático SIGMA.

## Resultados

El broncofibroscopio se introdujo por vía nasal en 100 pacientes y directamente por el traqueostoma en los dos restantes. A 36 pacientes se les realizó biopsia transbronquial bajo control fluoroscópico, ob-

teniéndose entre dos y diez muestras (media, cinco muestras). En ningún paciente se obtuvo lavado broncoalveolar. La duración media de las exploraciones fue de  $11,3 \pm 4,5$  minutos ( $X \pm DE$ ), existiendo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ) en la duración entre aquellas que incluían la toma de muestras de biopsia transbronquial ( $13 \pm 4$  minutos, intervalo 7 a 22) y las restantes ( $11 \pm 5$  minutos, intervalo de 3 a 22). No se objetivó ningún caso de neumotórax ni de broncospasmo durante la realización de las 102 BF.

Tres pacientes tenían esmalte de uñas. Ningún paciente presentaba ictericia. De los tres pacientes en que el pulsioxímetro mostró mala calidad de la señal al principio de la exploración, en dos de ellos se solucionó tras recolocar el sensor en otro dedo. Un paciente con fibrilación auricular con respuesta ventricular no controlada y signos de mala perfusión periférica mantuvo la alarma de mala calidad de la señal durante toda la exploración.

La SaO<sub>2</sub> % basal en el total de pacientes fue de  $94 \pm 2,9$  % ( $X \pm DE$ ), idéntica a la de los subgrupos de pacientes con o sin realización de biopsia transbronquial (tabla II). El descenso en la SaO<sub>2</sub> % durante la BF varió entre 0 y 14 % ( $X = 2,5$ ,  $DE = 2,5$ ). Los valores de SaO<sub>2</sub> % ( $X \pm DE$ ), descenso medio de la SaO<sub>2</sub> % e intervalo de desaturación en diferentes momentos de la exploración: antes de iniciarla o basales; tras la administración de la primera dosis de anestesia tópica; tras introducir el broncofibroscopio en tráquea; durante la toma de muestras de biopsia transbronquial y al finalizar la exploración se observan en la tabla II. El análisis de la t de Student para datos pareados no mostró diferencias significativas, entre los valores medios de SaO<sub>2</sub> % y desaturación media de cada una de las fases en que dividimos la exploración, para los subgrupos de pacientes con biopsia transbronquial o sin ella.

TABLA I  
Indicaciones del estudio fibrobronoscópico

Indicación	N.º pacientes
Nódulo o masa pulmonar	37
Revisión cirugía pulmonar previa	17
Atelectasia pulmonar parcial o total	11
Hemoptisis	9
Condensación pulmonar	9
Enfermedad pulmonar intersticial difusa	4
Otras	15
Total	102

TABLA II  
Valores de saturación de oxihemoglobina arterial (SaO<sub>2</sub> %) durante las diferentes fases de la broncofibroscopia en el total de pacientes (n = 102) y separados según se les realizara biopsia transbronquial (n = 36) o no (n = 66)

Fases		SaO <sub>2</sub> %		Desaturación		
		Media	DE	Media	DE	Intervalo
Basal	Total	94	2,9			
	BTB	94	2,9			
	No BTB	94	2,9			
Tras iniciar la anestesia tópica	Total	94	2,8	2,0	2,2	0-8
	BTB	94	2,9	2,2	2,8	0-8
	No BTB	94	2,8	1,9	1,8	0-8
Introducción del broncoscopio en tráquea	Total	93	2,9	3,5	3,0	0-14
	BTB	94	2,6	3,5	3,5	0-14
	No BTB	93	3,1	3,5	2,8	0-14
Toma de muestras de BTB		93	3,7	3,0	2,9	0-11
Al finalizar la BF	Total	94	3,0	1,4	1,9	0-10
	BTB	94	2,8	1,2	1,6	0-6
	No BTB	94	3,1	1,5	2,0	0-10

BF: broncofibroscopia; BTB: biopsia transbronquial.



Durante el transcurso de diez de las 102 BF se alcanzaron  $\text{SaO}_2\%$  inferiores a 85 %, que se corrigieron tras la administración de oxigenoterapia (fig. 1). El análisis de estos diez casos objetivó que habían sucedido en ocho de los trece pacientes con una  $\text{SaO}_2\%$  basal inferior o igual a 90 % y en dos pacientes con mala tolerancia clínica a la exploración por tos intensa. No se observó correlación entre la duración de la BF y la desaturación existente al final de la exploración. En uno de los tres pacientes que presentaron hemoptisis superior a 50 ml durante la exploración se observó un descenso medio importante (7 %) de la  $\text{SaO}_2\%$ .

En cinco pacientes hubo un ascenso de la  $\text{SaO}_2\%$  superior al 2 % tras la administración de la primera dosis de anestesia tópica. En sólo un paciente, al que se realizó una dilatación con Fogarty de una estenosis severa del bronquio principal izquierdo con atelectasia pulmonar completa, la  $\text{SaO}_2\%$  al finalizar la exploración superó más del 2 % la  $\text{SaO}_2\%$  basal. En la mayoría de los pacientes se observó un rápido acercamiento a los valores de  $\text{SaO}_2\%$  basal en los 3 a 5 minutos tras finalizar la exploración.

En algunos momentos de la monitorización, 13 pacientes tuvieron frecuencias cardíacas mayores de 150 latidos por minuto, cuatro de ellos en clara asociación con episodios previos de  $\text{SaO}_2\%$  inferior a 85 %.

## Discusión

En los últimos años, la BF ha experimentado un rápido incremento de sus indicaciones diagnósticas y terapéuticas en el campo de la neumología, que ha motivado incluso recientes llamadas de atención sobre un posible exceso de realización de esta exploración<sup>6,7</sup>. Las complicaciones descritas de esta técnica han variado según el diseño del estudio. Así, en las grandes series retrospectivas y multicéntricas realizadas mediante envío de cuestionarios se recoge una baja incidencia de complicaciones de la BF, con mortalidad entre el 0,01-0,04 %<sup>8,9</sup> y complicaciones graves entre el 0,08-0,3 %<sup>8,10</sup>, mientras que en los trabajos prospectivos han sido, respectivamente, de un 0,1 % y 1,7 %<sup>11</sup>.

En varios estudios<sup>12-14</sup> se observó que la BF en pacientes adultos producía un descenso medio de la  $\text{PaO}_2$  de 15 a 20 mmHg. Los mecanismos propuestos para explicar este fenómeno han incluido la producción de desequilibrios ventilación-perfusión, shunt intrapulmonar, broncospasmo, etc. Otros estudios han visto mejorías de la  $\text{PaO}_2$  durante la BF, sobre todo en relación con la extracción de tapones mucosos o cuerpos extraños<sup>15</sup>. Este último hecho se produjo en uno de nuestros pacientes tras la dilatación de una estenosis bronquial severa y aspiración de las secreciones retenidas distalmente.

Varios autores<sup>12,16</sup> han comprobado la correlación entre la aparición de hipoxemia durante la BF y el desarrollo de arritmias cardíacas. Albertini et al<sup>12</sup> observaron la reducción de la incidencia de arritmias

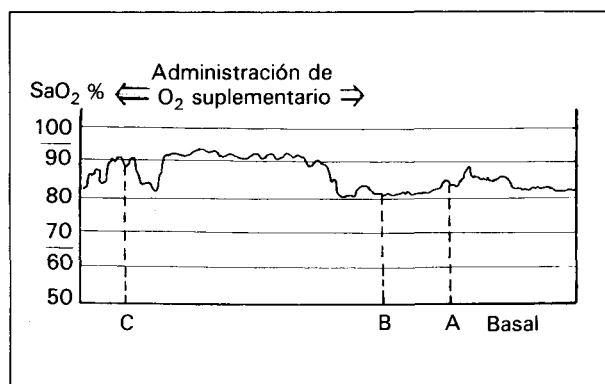


Fig. 1. Trazado continuo de la saturación arterial de la oxihemoglobina ( $\text{SaO}_2\%$ ) durante la broncofibroscopia realizada a un paciente con  $\text{SaO}_2\%$  basal inferior a 90 %. Nótese el aumento de la  $\text{SaO}_2\%$  al administrar oxígeno suplementario mediante catéter nasal a 2 litros/minuto.

A = administración de la primera dosis de anestesia tópica; B = introducción del broncofibroscopio en tráquea; C = fin de la exploración.

cardíacas de un 10 % a un 1 % tras suministrar oxígeno suplementario durante la BF a todos los pacientes con  $\text{PaO}_2$  basal inferior a 70 mmHg. En nuestro estudio, entre los 13 pacientes con  $\text{SaO}_2\%$  inferior o igual a 90 % se produjeron ocho de los diez casos de  $\text{SaO}_2\%$  inferior a 85 % durante la BF. Sin embargo, Payne et al<sup>17</sup> no encontraron una correlación entre la aparición de arritmias durante la BF y la  $\text{PaO}_2$  basal, pero sí con la presencia de valores de  $\text{PaO}_2$  inferiores a 60 mmHg al finalizar la exploración. Por ello, una técnica que permitiera una monitorización continua del estado de oxigenación del paciente durante la BF haría ésta más segura para el paciente y el broncoscopista.

La pulsioximetría por absorción es una técnica no invasiva de monitorización instantánea y continua de la  $\text{SaO}_2\%$ , con una buena correlación con las medidas simultáneas en sangre arterial<sup>18-20</sup>. El pulsioxímetro Ohmeda Biox 3700 es un monitor independiente que controla la  $\text{SaO}_2\%$  y la frecuencia cardíaca. Funciona al colocar un lecho vascular arterial pulsátil (dedo, lóbulo de la oreja) entre una fuente de luz y un fotodetector, que capta los cambios en la absorción de la luz y produce una señal eléctrica proporcional a la intensidad de la luz incidente. Este aparato posee un sistema de autocalibración interno, controlado por un microprocesador, que lo hace estar listo a los pocos segundos de conectarlo. Presenta la ventaja sobre los electrodos de medición de la presión transcutánea de oxígeno de no necesitar calentar previamente la zona dérmica de colocación del sensor para arterializarla. Este pulsioxímetro calcula la  $\text{SaO}_2\%$  de 25 a 30 veces por segundo, lo que le hace posible descartar los valores incorrectos y mostrar una  $\text{SaO}_2\%$  estable. Su fácil manejo y cómodo transporte permiten que pueda trasladarse a cualquier sala donde vaya a realizarse la BF.

El pulsioxímetro utilizado en nuestro estudio posee un sistema de alarma para avisar de las situaciones de mala calidad de la señal. Esta situación se suele observar por una inadecuada colocación del sensor, que permite el paso de la luz ambiental. Como sucedió en dos de nuestros pacientes, el simple cambio del



sensor al dedo, que mostraba una mejor validez de la señal, bastó para solucionar el problema. Como la base de la pulsioximetría son los cambios en la absorción de la luz producidos por las pulsaciones arteriales, se deduce que cualquier circunstancia que reduzca esta pulsación (hipotensión, hipotermia, etc.) puede interferir en las medidas del pulsioxímetro y hacer que no sean fiables. Aunque esto puede representar una limitación para su uso, sobre todo en pacientes de unidades de cuidados intensivos, la persistencia de la alarma de mala calidad de la señal durante toda la exploración puede avisar al clínico de la existencia de hipoperfusión periférica<sup>21</sup>, como ocurrió en nuestro tercer paciente.

Aunque en nuestro estudio previo<sup>5</sup>, el esmalte de uñas disminuyó la correlación entre las medidas de la SaO<sub>2</sub> % en sangre arterial y las del pulsioxímetro, existen pocos trabajos publicados sobre este tema, con un número limitado de casos y resultados dispares<sup>22, 23</sup>. Es aconsejable, dado lo sencillo de la solución, eliminar el esmalte de uñas antes del empleo del pulsioxímetro o utilizar el sensor de oreja.

En una comunicación previa<sup>24</sup> hemos discutido las ventajas de la pulsioximetría sobre los medidores de la presión transcutánea de oxígeno en la monitorización de procedimientos invasivos<sup>25</sup>, como la broncofibroscopia<sup>26, 27</sup>.

Creemos aconsejable la monitorización del estado de oxigenación arterial, mediante pulsioximetría, de aquellos pacientes con alto riesgo de complicaciones durante la BF (angina inestable o infarto agudo de miocardio reciente, insuficiencia respiratoria, etc.) para poder hacer una corrección idónea de posibles fases hipoxémicas y la administración de oxígeno suplementario cuando la SaO<sub>2</sub> % basal sea inferior al 90 % o descienda de 85 % en cualquier momento de la exploración.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Ikeda S. Flexible bronchofiberscope. *Keio J Med* 1968; 1:1-18.
2. Sokolowstky JW, Burgher LW, Jones FL, Patterson JR, Selecky PA. Guidelines for fiberoptic bronchoscopy in adults. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136:1.066.
3. Blanco I, Palenciano L. Influencia de la broncofibroscopia en los gases en sangre arterial. *Arch Bronconeumol* 1976; 12:76-78.

4. Harnick E, Kulczycki L, Gomes M. Transcutaneous oxygen monitoring during bronchoscopy and washout for cystic fibrosis. *Anesth Analg* 1983; 62:357-362.
5. Hernández Blasco LM, Guerra Vales JL, Juretschke Moragues MA et al. Medida no invasiva de la saturación arterial de oxígeno mediante pulsioximetría. *Arch Bronconeumol* 1989; 25:197-199.
6. Rohwedder J. Enticements for fruitless bronchoscopy. *Chest* 1989; 96:708-710.
7. Sen R, Walsh T. Bronchoscopy. Enough or too much? *Chest* 1989; 96:710-712.
8. Credle W, Smiddy J, Elliot R. Complications of fiberoptic bronchoscopy. *Am Rev Respir Dis* 1974; 109:67-72.
9. Simpson F, Arnold A, Purvis A, Belfield P, Muers M, Cooke N. Postal survey of bronchoscopic practice by physicians in the United Kingdom. *Thorax* 1986; 41:311-317.
10. Suratt P, Smiddy J, Gruber D. Deaths and complications associated with fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1976; 69:747-751.
11. Pereira W, Kownat D, Snider G. A prospective cooperative study of complications following flexible fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1978; 73:813-816.
12. Albertini R, Harrell J, Moser K. Management of arterial hypoxemia induced by fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1975; 67:134-136.
13. Lindholm C, Ollman B, Snyder J, Millen E, Grenvik A. Cardiorespiratory effects of flexible fiberoptic bronchoscopy in critically ill patients. *Chest* 1978; 74:362-368.
14. Albertini R, Harrell J, Moser K. Hypoxemia during fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1974; 65:117.
15. Brach B, Escano G, Harrell J, Moser K. Ventilation-perfusion alterations induced by fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1976; 69:335-337.
16. Shrader D, Lakshminarayan S. The effect of fiberoptic bronchoscopy on cardiac rhythm. *Chest* 1978; 73:821-824.
17. Payne C, Goyal P, Gupta S. Effects of transoral and transnasal fiberoptic bronchoscopy on oxygenation and cardiac rhythm. *Endoscopy* 1986; 18:1-3.
18. Yelderman M, New W. Evaluation of pulse oximetry. *Anesthesiology* 1983; 59:349-352.
19. Warley A, Mitchell J, Stradling J et al. Evaluation of the Ohmeda 3700 pulse oximeter. *Thorax* 1987; 42:892-896.
20. Nickerson B, Sarkisian C, Tremper K. Bias and precision of pulse oximeters and arterial oximeters. *Chest* 1988; 93:515-517.
21. Wiedemann H, McCarthy K. Noninvasive monitoring of oxygen and carbon dioxide. *Clin Chest Med* 1989; 10:239-254.
22. Kataria B, Lampkins R. Nail polish does not affect pulse oximeter saturation. *Anesth Analg* 1986; 65:824.
23. Rubin AS. Nail polish color can affect pulse oximeter saturation. *Anesthesiology* 1988; 68:825.
24. Hernández Blasco L, Villena Garrido V, Alvarez Martínez C. Monitorización no invasiva y continuada de la oxigenación arterial durante la broncofibroscopia. *Arch Bronconeumol* 1989; 25:247.
25. Brodsky J, Shulman M, Swan M, Mark J. Pulse oximetry during one-lung ventilation. *Anesthesiology* 1985; 63:212-214.
26. Ghows M, Rosen M, Chuang M, Sacks H, Teirstein A. Transcutaneous oxygen monitoring during fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1986; 89:543-544.
27. Herrejón Silvestre A, Simó Mompó M, Pérez Gonzalvo M, Chiner Vives E, Marín Pardo J. Comparación de la presión arterial y transcutánea de oxígeno en la fibrobroncoscopia. *Arch Bronconeumol* 1989; 25:80-83.