

ARTICULO ORIGINAL

EXPRESIONES PARA CALCULAR PORCENTAJES DE OXIGENO EN FUNCION DEL SUMINISTRO EN LITROS POR MINUTO CON TRES SISTEMAS DE OXIGENOTERAPIA EN RECIEN NACIDOS

TF. William Cristancho Gómez *

DESCRIPCION

La administración de oxígeno en el recién nacido es indispensable en un alto porcentaje de casos, en los que la hipoxemia se presenta como manifestación de trastornos de gravedad variable. Se destacan los secundarios a hipoventilación alveolar, los defectos de la difusión que aumentan el espesor de la membrana alvéolo capilar o que disminuyen la superficie de intercambio, los eventos multietiológicos que causan alteración en la relación ventilación perfusión o en los casos más severos las patologías que cursan con aumento del corto circuito¹. En las hemoglobinopatías que conducen a hipoxia no necesariamente coexiste la hipoxemia².

Si el diagnóstico de hipoxemia se documenta con gases arteriales, la oxigenoterapia se utiliza con éxito para mejorar la presión arterial de oxígeno (PaO₂), excepto en patologías que aumenten el shunt, en las que es necesario recurrir a sistemas de presión positiva que disminuyen la fracción derivada de la mezcla venosa³⁻⁴.

El uso de oxígeno suplementario no es inocuo en el recién nacido⁵. En algunos casos la retinopatía del prematuro se presenta como una severa complicación de la

exposición a elevadas presiones de oxígeno durante la oxigenoterapia⁶⁻⁷⁻⁸⁻⁹. En otros casos, el aumento en la Fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) conduce a daños del tejido pulmonar que generan alteraciones patológicas significativas e incrementan la morbimortalidad del paciente o pueden ser el punto de partida de enfermedades pulmonares crónicas¹⁰⁻¹¹.

Esta última consideración se tomó como base del presente estudio que tiene como objetivo proponer expresiones matemáticas reproducibles, mediante las que se puede calcular la FiO₂ sin utilizar oxímetro, conociendo solamente el suministro en litros por minuto, lo que resulta útil en los servicios que carecen de oxianalizadores y en donde es imperativo el manejo racional de la oxigenoterapia.

MATERIALES Y METODOS

Se hicieron mediciones de las concentraciones de oxígeno en el servicio de recién nacidos del Hospital Universitario San José de Popayán a todos los pacientes que recibían oxigenoterapia con tres diferentes sistemas de administración: oxihood, oxígeno en incubadora y oxihood dentro de la incubadora.

* Fisioterapeuta. Profesor Asistente. Jefe Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad del Cauca.

No se tuvo en cuenta la etiología del problema respiratorio ni la respuesta al oxígeno suplementario, puesto que el propósito del estudio era deducir expresiones para calcular la F_{iO_2} .

Se utilizó un Oxímetro Ventronics con electrodo de Clark modificado (Hudson) calibrado con concentraciones de oxígeno de 20.9 % (aire ambiente) y 100 % (oxígeno puro).

El electrodo fue colocado al lado de la nariz de los pacientes y se observaron y registraron los incrementos en la concentración de O_2 dependientes del aumento en el suministro medido en litros por minuto (Tabla 1). En el humidificador y en los circuitos de conducción se eliminó la posibilidad de mezcla con el aire ambiental.

Los resultados obtenidos se tomaron como base para deducir tres ecuaciones con las que se puede calcular la F_{iO_2} con estos tres sistemas de administración, conociendo solamente el suministro en litros por minuto (lts/min).

De acuerdo a datos experimentales, puede apreciarse que las relaciones existentes cuando se emplea oxihood o incubadora individualmente, son lineales, o sea que su representación en un plano cartesiano, litros vs. porcentaje es una línea recta (figuras 1 y 2).

Para hallar las ecuaciones que rigen tales fenómenos calculamos las pendientes promedio para tales casos (Tabla 2).

Suministro lts/min	[O ₂] Incubadora %	[O ₂] Oxihood %	[O ₂] Oxihood en la incubadora %
2	24	43	53
4	31	52	79
6	34	60	84
8	37	70	86
10	42	76	88
12	45	84	90
14	49	88	92

Tabla 1.

Relación entre concentración de oxígeno y suministro en lts/min con tres sistemas de oxigenoterapia.

Litros	Oxihood %	Pendiente Promedio	Incubadora %	Pendiente Promedio
2	43	4.5	24	3.5
4	52	4.0	31	1.5
6	60	5.0	34	1.5
8	70	3.0	37	2.5
10	76	4.0	42	1.5
12	84	2.0	45	2.0
Suma		22.5		12.5
Promedio		3.75		2.0

Tabla 2.

Pendientes promedio resultantes de la comparación litros vs. % en un plano cartesiano.

Ahora, escogiendo un punto representativo en cada recta:

Oxihood (6, 60) Incubadora (8, 37)

Aplicando la expresión general de una recta tenemos: $y - y_1 = m(x - x_1)$

Oxihood	Incubadora
$y - 60 = 3.75(x - 6)$	$y - 37 = 2(x - 8)$
$y = 3.75(x - 6) + 60$	$y = 2(x - 8) + 37$
$y = 3.75x + 37.5$	$y = 2x + 21$

En estos casos, llámese $y = \%$ de O₂, $x =$ Suministro en lts/min.

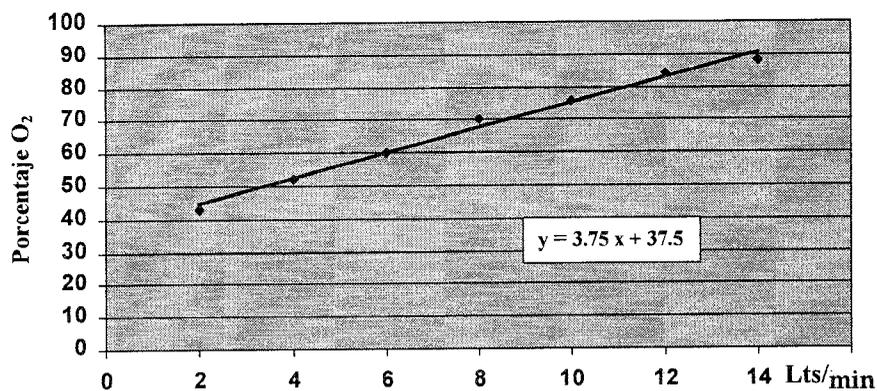


Figura 1.
 Relación lts/min vs. % en suministro con oxihood.

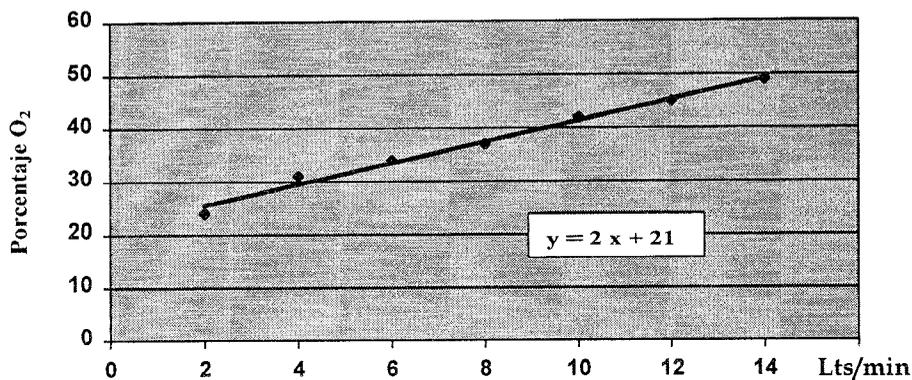


Figura 2.
 Relación lts/min vs. % en suministro con incubadora. Cuando se utiliza un oxihood dentro de una incubadora, la ecuación resultante no se aproxima a un lineal sino que tiene el aspecto de una parábola con eje paralelo a la abscisa (figura 3).

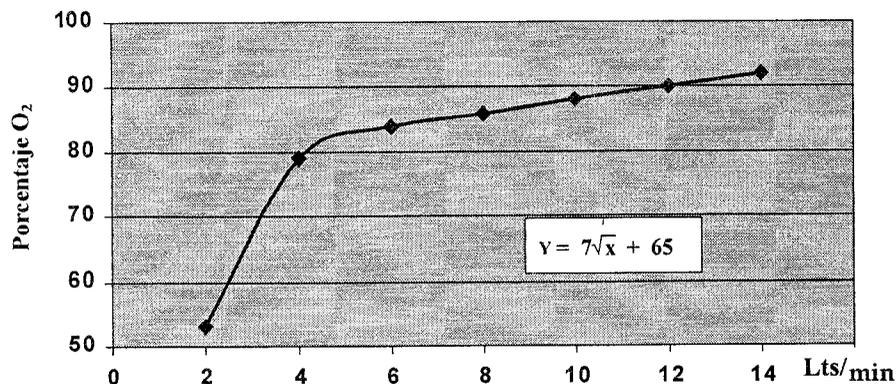


Figura 3.
 Relación lts/min vs. % en suministro con oxihood dentro de la incubadora.

A continuación calcularemos tal expresión tomando tres (3) puntos representativos escogidos de los datos obtenidos experimentalmente:

$$(4, 79); (10, 87); (14, 91)$$

Para facilitar el cálculo de la expresión, se hace una translación a ejes tales que en el nuevo sistema:

$$(4, 79) = (0, 0)$$

Así, los tres puntos quedarán:

$$(0, 0); (6, 8); (10, 12)$$

Si se tiene en cuenta que la ecuación de este tipo de parábolas es en general:

$$(y - k)^2 = 4p(x - h)$$

Aplicándola a cada punto se obtiene:

1. $k^2 = -ph$
2. $(8-k)^2 = p(6-h)$
3. $(12-k)^2 = p(10-h)$

Dividiendo 1. entre 2. se obtiene:

$$\frac{k^2}{(8-k)^2} = \frac{-h}{6-h} \quad (\text{Expresión A})$$

Dividiendo 1 entre 3:

$$\frac{k^2}{(12-k)^2} = \frac{-h}{10-h} \quad (\text{Expresión B})$$

De A despejando h se obtiene la expresión C.

$$h = \frac{3k^2}{8k - 32}$$

De B despejando h se obtiene la expresión D:

$$h = \frac{5k^2}{12k - 72}$$

Igualando C y D:

$$\frac{3k^2}{8k - 32} = \frac{5k^2}{12k - 72}$$

Resolviendo se llega a: $k = -14$

Reemplazando k en C o en D se concluye: $h = -4$

Reemplazando h y k en 1 se concluye: $p = 49$

Reemplazando h, k y p en la ecuación general se obtiene:

$$(y + 14)^2 = 49(x + 4)$$

Trasladando nuevamente los ejes a su posición original se transforma en:

$$\begin{aligned} (y - 65)^2 &= 49x \\ y^2 &= \sqrt{49}x + 65^2 \\ y &= 7\sqrt{x} + 65 \end{aligned}$$

RESULTADOS

Se han deducido mediante trabajo matemático y analítico, tres ecuaciones con las cuales se puede calcular la FiO2 con tres sistemas diferentes de oxigenoterapia sin utilizar oxímetro. Estas expresiones pueden ser de utilidad en los servicios de recién nacidos que no poseen oxianalizador.

Llámesse x = Suministro en litros por minuto
 y = Concentración de oxígeno

Calcúlese la FiO2 así:

· Oxihood: $y = 3.75x + 37.5$

· Incubadora: $y = 2x + 21$

· Oxihood en Incubadora: $y = 7\sqrt{x} + 65$

BIBLIOGRAFIA

1. **Fishman AP.** Tratado de Neumología. Mc Graw Hill. México 1690-1695, 1.983.
2. **West JB.** Fisiopatología pulmonar. Ed Med Panamericana, Cuarta edición, Buenos Aires, 1.994.
3. **Gregory GA.** Methods of neonatal respiratory assistance. Br Anaesth 45, (Suppl), 806, 1.973.
4. **Cristancho W.** Soporte Ventilatorio. Ed. Universidad del Cauca. Popayán, 1.991.
5. **Sullivan JL et al.** Iron, plasm antioxidants and the oxygen radical disease of prematurity. American Journal Diseases Childhood. Vol 142, 1341-1344, 1988.
6. **Flynn JT.** Retinopathy of prematurity: pediatric ophthalmology. Ped Clin of North America. Vol 34, No.6, 1487-1516, 1987.
7. **Johnson E. et al.** Effect of sustained pharmacologic Vitamin E levels on incidence and severity of retinopathy of prematurity: a controlled clinical trial. The journal of pediatrics. Vol 114. No. 5, 827-838, 1989.
8. **Sira B., Nissenkorn A., Kremer I.** Retinopathy of prematurity. Survey of ophthalmology. Vol 33. No.1, 1-16, 1988.
9. **Patz A., Payne J.** Retinopathy of prematurity. Clinical ophthalmology. Vol 3, No.1, 1-19, 1986.
10. **Nash G., Blennerhasset JB., Pantoppidan H.** Pulmonary lesions associated with oxygen therapy and artificial ventilation. N Eng J Med 276, p 368, 1968.
11. **MacDonnell KF., Segal M.** Asistencia Respiratoria. Salvat editores. Barcelona, 1984

Correspondencia:

E- mail: wcristancho@hotmail.com