Evaluación de un nuevo método colorimétrico de detección de CO_2 espirado

Dres. Julio Díaz [1], Valentina Folle [2], Alejandra Font [2],
Daniela Suárez [2], José Saralegui [3]

1. Asistente de la Cátedra de Anestesiología
2. Residente de la Cátedra de Anestesiología
3. Profesor Agregado de la Cátedra de Anestesiología.
Cátedra de Anestesiología Prof. Dr. Walter Ayala. Facultad de Medicina. Hospital de Clínicas. Montevideo, Uruguay.
Correspondencia: Dra. Valentina Folle Schauricht. Avda. Brasil 2710/301. Montevideo, Uruguay. E-mail: mros@hc.edu.uy

Resumen

Se propone evaluar, por primera vez en nuestro medio, el dispositivo colorimétrico desechable Colibri para detección de CO_2 espirado, que se basa en la utilización de una membrana pH sensible que cambia de color cuando el CO_2 exhalado reacciona con el agua para formar ácido carbónico.
Los objetivos del trabajo fueron: confirmar la intubación orotraqueal mediante dicho dispositivo, verificar la correlación entre la escala de colores con los valores de CO_2 espirado obtenidos por capnometría convencional y comparar la latencia de medida de ambos métodos.
Se estudió una población de 39 pacientes a los que se realizó anestesia general con intubación orotraqueal (IOT) para procedimientos quirúrgicos de coordinación, ASA 1 y 2, con edades comprendidas entre 17 y 85 años. Se midió simultáneamente el CO_2 espirado mediante Colibri Technology^{MR} y capnometría convencional, al momento de la intubación y a los 20 minutos. Se confirmó en 38 pacientes la IOT virando el dispositivo del azul al amarillo, lo que se correspondió con valores de $PetCO_2$ entre 23 y 39 mmHg. Se detectó intubación esofágica en un paciente. Se realizó la correlación de valores de ambos métodos mediante 74 mediciones simultáneas de $PetCO_2$.
De este trabajo surge que tanto la sensibilidad como especificidad diagnóstica para detectar la posición del tubo orotraqueal mediante el Colibri fueron de 100%. Se confirmó en todos los casos la correlación existente entre la escala de colores provista por el fabricante con los valores capnográficos y se comprobó que para el Colibri no hubo latencia para la detección de CO_2 espirado, verificándose cambio de color a la primera ventilación.

Palabras clave: CO_2-detección
Colorimétrico
Colibri

Introducción y objetivos

En el terreno clínico la diferencia entre la correcta e incorrecta colocación de una sonda endotraqueal significa la diferencia entre la vida y la muerte. En un estudio de Caplan y colaboradores (1) se reportaron 1953 casos de malpraxis en anestesia. 12% de las demandas se relacionaban con problemas durante la intubación, 6% de los cuales se debieron a intubación esofágica.

Usualmente la posición de la sonda endotraqueal (SET) se confirma visualmente mediante la laringoscopía directa que permite ver el pasaje del tubo a través de las cuerdas vocales hacia la tráquea. Este método no garantiza que una vez retirado el laringoscopio el tubo continúe correctamente colocado.

Además recordemos que en 1 a 4% de los pacientes es imposible visualizar las cuerdas vocales (2).

Otros signos clínicos como la observación de los movimientos torácicos y la auscultación de los ruidos respiratorios, el empañado de la SET y la auscultación del epigastrio no son totalmente confiables (3).

Existen al menos tres métodos para confirmar la posición de la SET:

1) Laringoscopía directa.

2) Fibroscopía.

3) Detección del CO_2 espirado [3].

Solamente la detección del CO_2 espirado puede ser usada para la confirmación inmediata y continua de la correcta posición de la SET.

El CO_2 espirado puede ser detectado por analizadores infrarrojos y de espectrometría de masas, que son costosos, aparatosos y difíciles de transportar. Recientemente se han desarrollado dispositivos colorimétrico desechables que detectan el CO_2 por medio de una membrana pH sensible que cambia de color cuando el CO_2 exhalado reacciona con el agua para formar ácido carbónico.

Estos detectores son baratos, pequeños, de fácil transporte y utilización.

El primero en surgir fue el Easycap (Nellcor), que demostró ser útil para la confirmación de la posición de la SOT en diferentes situaciones [4-8], pero tiene como desventajas el presentar un gran espacio muerto (38 ml) y una membrana sensible al vapor de agua que va perdiendo su función al exponerse al vapor de agua exhalado.

Un nuevo dispositivo colorimétrico de bolsillo, desechable, Colibri (*Colibri R Technology, Sweden*) [9] ha sido desarrollado, basándose en la colorimetría del pH, que mide a través de cambios obvios de color la concentración del CO_2 en los gases espirados en el paciente ventilado, en un rango entre 0,5-4% (4-30 mmHg).

Esto se logra por la incorporación de un catalizador de transferencia y un surfactante para aumentar la velocidad de la transferencia de CO_2 de la fase gaseosa a la solución. Una vez en solución, el CO_2 se une al agua para formar ácido carbónico que se disocia, permitiendo que los iones hidrógenos se unan con el indicador. Dependiendo de la concentración de protones el color del indicador virará del azul, al verde y al amarillo, lo que se corresponde según los datos del fabricante con concentraciones crecientes de CO_2 en los gases respiratorios, como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Correlación entre la escala de colores del Colibri y los valores de CO_2 esperados

Colores	*CO_2 espirado*	
Azul	0,0-0,5 %	0-4 mmHg
Verde	0,5-3,0 %	4-23 mmHg
Amarillo	3,0-4,0 %	23-30 mmHg

1% = 1 kPa = 7,5 mmHg

El exterior del complejo indicador es hidrofóbico, tornando al dispositivo resistente a la humedad externa lo que permite se uso continuo.

Ofrece una resistencia mínima no siendo afectado por los gases anestésicos y soluciones como lidocaína y adrenalina [10].

Este dispositivo fue presentado por primera vez en el Congreso de la Sociedad Española de Anestesia en Barcelona en abril de 1998.

Por las razones anteriormente expuestas decidimos evaluar su utilidad por primera vez en Uruguay en la Cátedra

de Anestesiología de la Facultad de Medicina.

Nuestros objetivos fueron:

1) Determinar la utilidad del Colibri para confirmar la correcta posición del tubo endotraqueal inmediatamente luego de la intubación orotraqueal y a los 20 minutos de iniciada la anestesia.

2) Determinar la correlación entre los valores de capnometría y los cambios de color del Colibri según la tabla proporcionada por el fabricante.

3) Comparar la velocidad de respuesta de los dos métodos.

Material y método

Se realizó el estudio en una población tomada al azar de 39 pacientes que iban a ser sometidos a anestesia general con intubación orotraqueal, para procedimientos quirúrgicos de coordinación de diversa índole. 23 fueron procedimientos ginecológicos, 10 de cirugía general, cinco de urología, uno de neurocirugía. Dentro de éstos, 11 correspondieron a cirugía laparoscópica.

Se excluyeron procedimientos quirúrgicos de urgencia y emergencia.

Las mediciones se realizaron entre mayo y agosto de 1999, en las siguientes instituciones: 21 en el Hospital de Clínicas, ocho en el Hospital Maciel, y 10 en el Hospital Pereira Rossell. 32 de los pacientes fueron de sexo femenino, con edades entre 20 y 85 años, 7 de sexo masculino entre 17 y 81 años, con un promedio de edad de 48,3 años, todos pertenecientes a los grupos 1 y 2 de la clasificación de la ASA. Se realizó el trabajo de acuerdo a las normas éticas de la versión revisada de 1983 de la declaración de Helsinki de 1975.

Se utilizaron dos tipos de instrumentos para medir el CO_2 espirado: el dispositivo Colibri R Technology, Sweden Tipo 1 (*CO_2ontrol Pocket TM*, Gibeck, Sweden) que tiene 7 ml de espacio muerto, no presenta resistencia medible, de 9 g de peso con conector para sonda orotraqueal (SOT)-pieza en Y con medidas estándar; y los capnógrafos utilizados fueron de flujo lateral con método de absorción de infrarrojos (*Datex Capnomac Ultima, Ohmeda 5250 RGM, BCI Internacional).*

Se realizó inducción intravenosa con tiopental o propofol y relajación muscular con succinilcolina o atracurio para la intubación orotraqueal. Se procedió a la intubación bajo laringoscopía directa. Se colocó el Colibri en serie a la sonda orotraqueal y a continuación el capnógrafo, verificando el investigador la posición del tubo orotraqueal mediante las observación del cambio de color en el Colibri durante la ventilación, así como por la medida de CO_2 espirado en el capnógrafo, en forma inmediata y nuevamente a los 20 minutos. Este tiempo se eligió con el fin de poder incluir cirugías de corta duración. Se correlacionaron los cambios de color con los valores de CO_2 espirado de la capnografía mediante la tabla proporcionada por el fabricante (como lo descrito en la tabla 1, del 11 al 15).

Se realizó el análisis estadístico de los datos mediante una tabla de doble entrada, realizándose el análisis en sentido horizontal, determinándose especificidad, sensibilidad, valor predictivo de la prueba positiva y negativa (Indice de Youden(16)).

Resultados

De los 39 casos analizados en 38 se logró la intubación endotraqueal verificándose el viraje del Colibri de azul a amarillo como lo muestra la figura 1, lo que se correlacionó con valores de CO_2 espirado medidos por capnometría convencional entre 23 y 39 mmHg. Hubo un caso de intubación esofágica donde se observó que el dispositivo no cambió de color permaneciendo azul, correspondiéndose con un valor de 0 mmHg en la capnometría. En uno de los pacientes se verificó un viraje del amarillo (espiración) al verde (inspiración) como se observa en la figura 2 a los 20 minutos, lo que se correspondió con valores de la línea de base del capnograma de 10 mmHg, siendo interpretado como reinhalación, verificándose un problema del circuito anestésico (cal virada). La correlación entre la escala de colores y los valores de la capnometría se realizó en 74 medidas: en 72 casos se obtuvo el color amarillo correspondiente a valores de capnometría de CO_2 de 23 a 39 mmHg, 36% correspondió a valores entre 23 y 30 mmHg y 64% a valores entre 30 y 39 mmHg.

Figura 1

Figura 2

Los otros dos casos se corresponden a las mediciones realizadas durante la intubación esofágica y la reinhalación detectada a los 20 minutos ya analizados. En la tabla 2 se correlacionan los valores de CO_2 por capnometría convencional y colorimetría.

Tabla 2. Correlación entre los valores de CO_2 de la capnometría convencional y la colorimetría.

CO_2 (mmHg)	*Frecuencia absoluta*	*Frecuencia relativa (%)*	*Color Colibri*
0	1	1,4	Azul
10*	1	1,4	Verde
23-30	26	35	Amarillo
>30	46	62	Amarillo

* este dato se corresponde con los valores de presión inspirada de CO_2 en el caso de reinhalación, donde la línea de base de la capnografía se encontraba en 10 mmHg.

En cinco pacientes no se realizó la medición de CO_2 correspondiente a los 20 minutos debido a que el procedimiento quirúrgico tuvo una duración menor a ese tiempo.

Asimismo se observó que no existía latencia, a diferencia de lo que ocurre con la capnografía convencional, en la detección de CO_2 espirado mediante el Colibri, ya que el viraje de color del dispositivo se verificó en todos los casos en la primera ventilación.

Discusión

En cuanto a la especifidad del método, pensamos que sería importante contar con un mayor número de intubaciones esofágicas para corroborarla.

Encontramos como limitación de este método la no-identificación de hipercapnia, ya que los valores de 23 a 39 mmHg obtenidos, se correspondieron todos con el color amarillo. Otras limitaciones halladas en el uso del dispositivo Colibrí son: no posee alarma para valores extremos de CO_2, es un método semicuantitativo y su lectura en la oscuridad es dificultosa.

Conclusiones

El dispositivo colorimétrico Colibri fue utilizado por primera vez en nuestro medio, demostrando ser de fácil manejo, no requiriendo entrenamiento previo para su uso.

Opera en tiempo real con tiempo de respuesta rápido. En la primera ventilación, luego de conectado el circuito a la sonda orotraqueal, se obtiene el viraje o no del color azul del dispositivo, determinándose en ese momento la correcta o incorrecta posición de la sonda orotraqueal.

Demostró ser para la población estudiada un método con una sensibilidad y especificidad de 100%. Los valores predictivos de la prueba positiva y negativa también fueron de 100%. El índice de Youden fue de 1 y la exactitud de 100.

En 100% de los casos se correlacionaron los valores de la capnografía convencional con la escala proporcionada por el fabricante, siendo los virajes de color claramente identificables. Puede ser fácilmente adaptado a un tubo orotraqueal, máscara facial, máscara laríngea, Combitubo, etcétera.

Si bien no reemplaza a la capnografía convencional, puede ser extremadamente útil en aquellos casos y lugares en que no podemos disponer de ésta, porque es un dispositivo portátil, liviano, fácil de utilizar, que no requiere calibración ni electricidad para su funcionamiento. Este tipo de situaciones se pueden observar en el departamento de emergencia, en las unidades de emergencia móvil para la atención de pacientes fuera del ambiente hospitalario, en el traslado de pacientes ventilados (pudiéndose detectar el desplazamiento de la sonda orotraqueal, la interrupción del flujo de gases en el circuito ventilatorio, así como la detección de hiperventilación).

Asimismo podría ser utilizado durante la realización de una traqueostomía de emergencia.

Durante la reanimación cardiopulmonar ocuparía un lugar importante tanto en las etapas iniciales, ya que el valor de CO_2 espirado refleja la eficacia de la reanimación básica, así como en la reanimación avanzada donde su valor se correlaciona con la sobrevida.

Bibliografía

1.**Caplan RA,Posner KL, Ward RJ**. Adverse respiratory events in anesthesia: A closed claims analysis. Anesthesiology 1990; 72 (5): 828-33.

2.**Benumof JL.** Management of the difficult adult airway. Anesthesiology 1991; 75: 1087-110.

3.**Birmingham PK, Chenney FW, Ward RJ.** Esophageal intubation: A review of detection techniques. Anesth Analg 1986; 65: 886-91.

4.**Feinstein R, White PF, Westerfield III SZ**. Intraoperative use of a disposable end-tidal CO_2 detector. Anesthesiology 1989; 71: A461.

5.**Goldberg JS, Rawle PR, Zehnder JL, Sladen RN.** Colorimetric end-tidal carbon dioxide monitoring for tracheal intubation. Anesth Analg 1990; 70: 191-4.

6.**Anton WR, Gordon RW, Jordan TM, Posner KL, Cheney FW.** A disposable end-tidal CO_2 detector to verify endotracheal intubation. Ann Emerg Med 1991; 20: 271-5.

7.**MacLeod BA, Heller MB, Gerard J, Yealy DM, Menegazzi JJ.** Verification of the endotracheal tube placement with colorimetric end-tidal CO_2 detection. Ann Emerg Med 1991; 20: 267-70.

8.**Higgins D, Forrest ETS, Lloyd-Thomas A.** Colorimetric end-tidal carbon dioxide monitoring during transfer of intubated children. Intensive Care Med 1991; 17: 63-4.

9.**Gedeon A, Krill P, Mebius C.** A new colorimetric breath indicator (Colibri). A comparison of the performance of two carbon dioxide indicators. Anaesthesia 1994; 49: 798-803.

10.**Higgins D**. A new colorimetric breath indicator (letter). Anaesthesia 1995; 50: 88.

11.**Petroianu GA**. Preliminary observations on the Colibri-CO_2 indicator. Am J Emerg Med 1998; 16 (7): 677-80.

12.**Petroianu GA**. Carbon monoxide and nonquantitative carbon dioxide detection. Prehospital Disaster Med 1996; 11 (4): 276-9.

13.**Pagan P**. How to use a disposable end-tidal CO_2 detector. Nursing 1994; 24 (1): 50-3.

14.Confirmation of nasogastric tube placement by colorimetric indicator detection of carbon dioxide. J Am Coll Nutr 1998; 17 (2): 195-7.

15.**Good ML**. Capnography: uses, interpretation, and pitfalls. In: Barash PG, Deutsch S. ASA refresher courses in anesthesiology. Philadelphia: JB Lippincott, 1991 (chap. 18).

16.**Martell M, Fescina R, Martínez G, Martínez M, Delgado L, García E et al**. Introducción a la metodología de la investigación científica. Montevideo: Oficina del Libro AEM, 1997.