

## Estudio comparativo de los valores de la capnometría transcutánea de CO<sub>2</sub> con la presión arterial de CO<sub>2</sub>.

M<sup>a</sup> Dolores Pordomingo Rodríguez\*, Rebeca Santos Nieto\*, Carmen M<sup>a</sup> de Llano Pavesio\*, María Martín García\*, Nuria Rodríguez Urrez\*, Miguel Ángel Folgado Pérez\*\*

\* DUE Servicio de Urgencias. Hospital Virgen de la Concha. Complejo Asistencial de Zamora (España)

\*\* LES Servicio de Urgencias. Hospital Virgen de la Concha. Complejo Asistencial de Zamora (España)

**Correspondencia:** M<sup>a</sup> Dolores Pordomingo Rodríguez. [lolapordomingo@hotmail.com](mailto:lolapordomingo@hotmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** La gasometría arterial es el método más preciso para determinar la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>), una técnica invasiva y dolorosa. La capnometría transcutánea nos proporciona un registro continuo y no invasivo de la presión transcutánea de CO<sub>2</sub> (PtcCO<sub>2</sub>).

**Objetivo:** Evaluar la concordancia entre las mediciones de PaCO<sub>2</sub> y PtcCO<sub>2</sub>.

**Material y métodos:** Se realizó un estudio transversal, durante 15 días en el Servicio de Urgencias, con 46 pacientes que precisaron una gasometría arterial como prueba diagnóstica. Se les realizó también una capnometría transcutánea, obteniendo el valor de la presión parcial de CO<sub>2</sub> por ambas técnicas. Se registraron asimismo el índice de perfusión tisular y la temperatura axilar del paciente. Para cuantificar la fiabilidad de la capnometría transcutánea frente a la gasometría arterial se estimaron las diferencias entre mediciones, el intervalo de concordancia, el coeficiente de correlación intraclase y el diagrama de Bland-Altman.

**Resultados:** La PtcCO<sub>2</sub> infraestima la PaCO<sub>2</sub> en aproximadamente 5 mmHg, con un intervalo de concordancia de entre -1,61 y +11,73. El coeficiente de correlación intraclase entre ambas mediciones fue de 0,635 (intervalo de confianza 95% entre 0,427 y 0,780). El diagrama de Bland-Altman mostró mayor discordancia cuanto mayores fueron las medidas.

**Conclusiones:** La medición transcutánea de CO<sub>2</sub> se correlaciona aceptablemente con la arterial, ofreciendo una información no invasiva y continua de la PaCO<sub>2</sub>. Podemos esperar que la PtcCO<sub>2</sub> esté aproximadamente 5 mmHg por debajo de la arterial,

apreciándose que cuanto más alta es la PaCO<sub>2</sub> mayor puede ser la diferencia.

### PALABRAS CLAVE

Presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>), presión transcutánea de CO<sub>2</sub> (PtcCO<sub>2</sub>), capnometría transcutánea, gasometría arterial.

### ORIGINAL

#### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La PaCO<sub>2</sub> es la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la sangre arterial y expresa la eficacia de la ventilación alveolar, dada la gran capacidad de difusión de este gas. Es un buen indicador de la ventilación pulmonar. Sus valores normales oscilan entre 35 y 45 mmHg.

La gasometría arterial es el método "gold-standard" para determinar la PaCO<sub>2</sub>. Se trata de una técnica invasiva y dolorosa, que puede resultar difícil de realizar en ocasiones y suele provocar ansiedad y estrés en los pacientes.

La medición transcutánea de CO<sub>2</sub> nos permite medir la presión tisular de este gas. Aunque no siempre es idéntica a la PaCO<sub>2</sub> puede ser un subrogado adecuado de la misma, si se realiza adecuadamente. Para ello, debemos conocer las limitaciones de la técnica y valorar aquellas situaciones en que la lectura pudiera estar alterada (estados de baja perfusión tisular, presencia de aire ambiente entre el sensor y la piel, aumento de la producción de CO<sub>2</sub> por situaciones metabólicas como fiebre, mal contacto del sensor con el paciente, mala calibración del monitor, etc.) [1-2].

La capnometría transcutánea es una técnica sencilla y no invasiva, que puede utilizarse en determinadas situaciones como complemento o alternativa a la extracción periódica de sangre arterial ya que este análisis refleja el estado del paciente en un momento puntual, mientras que la monitorización transcutánea nos ofrece un registro continuo [1-2].

Según las guías de la AARC, la utilización de la monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub>, es considerada un método útil y adecuado para la monitorización de la ventilación en diversas situaciones clínicas y ubicaciones del paciente (UCI, Urgencias, Pediatría)[3].

**Objetivo general:** Evaluar la concordancia entre las mediciones de presión de CO<sub>2</sub> en una gasometría arterial (PaCO<sub>2</sub>) y la presión transcutánea (PtCO<sub>2</sub>).

**Objetivo específico:** Valorar su aplicación para obtener información clínica sobre la función respiratoria (ventilación) de los pacientes.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio transversal, durante 15 días, para analizar ambas técnicas diagnósticas. Se incluyeron en el estudio los pacientes que acudieron al Servicio de Urgencias del Hospital Virgen de la Concha de Zamora y que precisaron, como prueba diagnóstica, una gasometría arterial, independientemente del motivo que originó la consulta. Se eligieron pacientes de ambos sexos y sin límite de edad. El único criterio de exclusión fue la no extracción de sangre arterial para su posterior análisis o muestra inadecuada.

### Muestra

En total se incluyeron 46 pacientes, 24 hombres (52,2%) y 22 mujeres (47,8%). La media de edad fue de 75 años en los hombres, y de 84 años en las mujeres.

Ninguno de los pacientes presentaba estado de mala perfusión clínica ni uso de fármacos vasoactivos. En estos casos, la discrepancia con los valores de la gasometría arterial puede ser mayor. Aunque, no existan estudios que demuestren que la capnometría transcutánea es un método fiable en este tipo de pacientes; a nivel observacional y en experiencia personal los valores en estas situaciones pueden ser aceptables.

### Variables

Se recogieron las siguientes variables por cada paciente de la muestra:

- PCO<sub>2</sub> arterial y transcutánea

- Temperatura axilar
- Índice de perfusión tisular
- Otras: sexo, edad y motivo de consulta

En los casos de fiebre elevada, la producción de CO<sub>2</sub> aumenta, por lo que los valores de la PtcCO<sub>2</sub> pueden verse alterados, siendo éstos superiores a los esperados. También, debemos tener en cuenta que en pacientes hipotérmicos la lectura puede ser errónea con un amplio margen frente a la PaCO<sub>2</sub> [4].

El índice de perfusión tisular es una lectura que realiza el monitor transcutáneo [5], cuyo valor

varía de 0 a 4 y que indica la calidad de la perfusión tisular. El valor óptimo se encuentra por encima de 1. En nuestro estudio, 3 de los 46 pacientes que constituyen la muestra, presentaron un índice de perfusión tisular inferior a 1. La inclusión o exclusión de dichos pacientes en el análisis estadístico no ocasionó variaciones significativas en los resultados.

### Técnicas utilizadas

- PCO<sub>2</sub> arterial: la extracción de la muestra arterial gasométrica se realizó con jeringas BD Preset Eclipse®, y su análisis inmediato, con el gasómetro Werfn Gem 4000®.
- PCO<sub>2</sub> transcutánea [6]: se basa en la alta solubilidad y difusión del CO<sub>2</sub> a través de la piel. Los sistemas actuales utilizan el principio de Severinghaus (electrodo sensible a los cambios de pH inducidos por el CO<sub>2</sub> en una solución acuosa electrolítica). La medición se realiza colocando sobre la piel un electrodo que calienta hasta una temperatura de 42°C produciendo arterialización de la sangre. Se utilizó el monitor SENTEC[5], y el sensor se colocó en el lóbulo de la oreja.
- Se recomienda seguir las instrucciones del fabricante: mantener la piel limpia y seca, administrar el gel conductor y comprobar que el sensor esté correctamente colocado sobre el lóbulo de la oreja para evitar que quede aire en su superficie y su lectura sea errónea[5].
- El sensor no se debe situar sobre piel con heridas, edematizada o en zonas mal perfundidas ya que los datos obtenidos con el monitor no serán equiparables a la PaCO<sub>2</sub> [5].

### Análisis estadístico

Se estimaron las diferencias entre mediciones, el intervalo de concordancia, el coeficiente de correlación intraclase y el diagrama de Bland-Altman.

La valoración del coeficiente de correlación intraclase se realizó según las recomendaciones de Fleiss [7]:

- > 0,90: muy bueno
- 0,71 – 0,90: bueno
- 0,51 – 0,70: moderado
- 0,31 – 0,50: mediocre
- < 0,31: malo o nulo

Análisis del Diagrama De Bland-Altman [8]

Para comprobar la concordancia entre ambas medidas se utilizó el diagrama de Bland-Altman.

El eje horizontal representa la media de cada pareja de medidas de PtcCO<sub>2</sub> - PaCO<sub>2</sub> y el eje vertical la diferencia de cada pareja de mediciones.

En nuestra representación se puede comprobar que la diferencia media de los valores recogidos se agrupa en torno a 5 mmHg, lo que significa que ambas medidas se diferencian en dicha cifra (Figura 1).

Si la media de los valores de las medidas fuera similares, entonces la diferencia media se situaría en torno a 0 mmHg. Lo que significa que el nuevo método de medida (PtcCO<sub>2</sub>) sobreestima o subestima el valor del método validado (PaCO<sub>2</sub>).

## RESULTADOS

La PtcCO<sub>2</sub> infraestima la PaCO<sub>2</sub> en aproximadamente 5 mmHg, con un intervalo de concordancia de entre -1,61 y +11,73.

Para medir la relación existe entre la PaCO<sub>2</sub> y la PtcCO<sub>2</sub> utilizamos el coeficiente de correlación intraclase, el cual fue de 0,635 (óptimo = 1), que se puede considerar como moderado según las recomendaciones de Fleiss.

El diagrama de Bland-Altman mostró mayor discordancia cuanto mayores fueron las medidas.

Ejemplo: Si la PtcCO<sub>2</sub> es de 45mmHg debemos esperar obtener una cifra de PaCO<sub>2</sub> aproximada a 50 mmHg; en un 95% de los casos dicho valor se encontrará entre 43,39 y 56,73 mmHg.

## CONCLUSIONES

La capnometría transcutánea es válida para la medición de la PCO<sub>2</sub>, ya que sus valores se correlacionan aceptablemente con los de la muestra arterial, ofreciéndonos una información continua y no invasiva de la PCO<sub>2</sub>.

Se puede utilizar en diversos ámbitos clínicos (unidades de cuidados intensivos, servicios de urgencias, salas de Neumología, unidades pediátricas) y pacientes, desde neonatos hasta adultos, conociendo su manejo y limitaciones.

Podemos esperar que la PtcCO<sub>2</sub> esté aproximadamente 5 mmHg por debajo de la arterial, apreciándose que cuanto más alta es la PaCO<sub>2</sub> mayor puede ser la diferencia.

Si bien la presión transcutánea de CO<sub>2</sub> no sustituye a la gasometría arterial, a la hora de definir el tipo de fallo respiratorio, es una herramienta que nos permite valorar de forma continua la ventilación del paciente y alertar de cambios en la misma. Es recomendable valorar la concordancia de los valores de la PtcCO<sub>2</sub> con la PaCO<sub>2</sub> al inicio de la monitorización.

**NOTA DEL AUTOR:** Este trabajo ha sido presentado en las III Jornadas de Enfermería de Urgencias y Emergencias de Castilla y León celebradas en Zamora los días 26 y 27 de octubre de 2018 en formato de comunicación oral.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández-de Miguel S, Gaboli M, González-Celador R, Gómez-de Quero P, Murga-Herrero V, Sánchez-Granados JM, et al. Validación de la medición transcutánea de la presión parcial de dióxido de carbono en el paciente crítico pediátrico. *Anales de Pediatría* [Internet]. 2010 [consultado 10 septiembre 2018]; 72(3): 165-171. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403309006894>
2. Barrado-Muñoz L, Barroso-Matilla S, Patón-Morales G y Sánchez-Carro J. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. *Revista Zona TES* [Internet]. 2013 [consultado 3 septiembre 2018]; 2(1): 16-23. Disponible en: <http://media.zonates.com/02-01/PDF/7-Capnografia.pdf>
3. Restrepo RD, Hirst KR, Wittnebel L, Wettstein R. AARC Clinical Practice Guideline: Transcutaneous monitoring of carbon dioxide and oxygen. *Respiratory Care* [Internet]. 2012 [consultado 25 septiembre 2018]; 57(11): 1955-1962. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/respcare/57/11/1955.full.pdf>
4. Herrejón A, Inchaurreaga I, Palop J, Ponce S, Peris R,

Terrádez M, et al. Utilidad de la presión transcutánea del anhídrido carbónico en la valoración gasométrica de adultos hospitalizados con enfermedad respiratoria. Arch Bronconeumología 2006; 42(5): 225-9.

5. Domingo Ch, Canturri E, Lujan M, Moreno A, Espuelas H, Marín A. Medición transcutánea de la presión parcial de anhídrido carbónico y de la saturación de oxígeno: Validación SENTEC. Arch Bronconeumología 2006; 42 (5): 246-51.

6. Moronta-Martín D, Gutiérrez- Ortega C. Correlación de los valores de pCO<sub>2</sub> obtenidos por

gasometría arterial y capnografía transcutánea. Revista SciELO Analytics [Internet]. 2013 [consultado 3 septiembre 2018]; 69(2): 82-86. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/pdf/sm/v69n2/04\\_original3.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/sm/v69n2/04_original3.pdf)

7. Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. New York: Wiley; 1986.

8. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet 1986; 1 (8476): 307-310.

## TABLAS Y FIGURAS

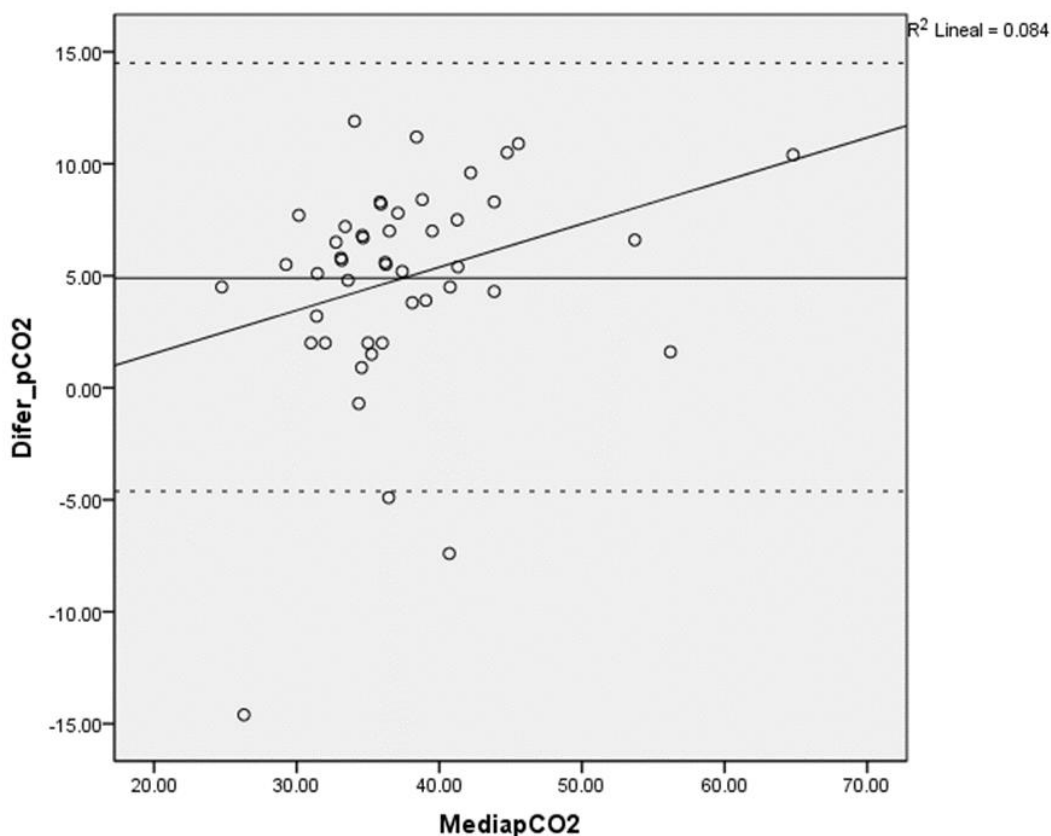


Figura 1: Diagrama de Bland-Altman (dispersión - correlación entre los valores de PaCO<sub>2</sub> y PtCO<sub>2</sub>)