

Monitorización respiratoria no invasiva en urgencias

M^a Dolores Pordomingo Rodríguez*, Rebeca Santos Nieto*, Verónica Carrera Pérez*, Sergio Chimeno de Castro*, Judit Posado Temprano*, Sara Anjo Ratón*.

* *Enfermera. Servicio de Urgencias. Hospital Virgen de la Concha. Gerencia de Asistencia Sanitaria de Zamora (España)*

**NOTA: Este trabajo ha sido presentado en el "I Congreso Internacional en Urgencias y Emergencias: Cada minuto cuenta".

Correspondencia: Rebeca Santos Nieto. rsantosn@saludcastillayleon.es

RESUMEN

Introducción y objetivos: La gasometría arterial es el "gold-standard" para determinar la presión arterial de oxígeno (PaO₂) y dióxido de carbono (PaCO₂). La medición transcutánea de saturación de oxígeno (SatO₂) y dióxido de carbono (PtcCO₂) simultánea a la obtención de la muestra arterial, es una alternativa fiable y no invasiva. El objetivo es evaluar la concordancia entre los valores transcutáneos y arteriales de de SatO₂ y CO₂.

Material y métodos: Estudio de evaluación de pruebas diagnósticas, desde abril de 2019 hasta junio de 2022 en el Servicio de Urgencias, con 491 pacientes que precisaron una gasometría arterial; excluyendo los que presentaban lesiones cutáneas o edema en la zona de aplicación del sensor o ventilación mecánica no invasiva con interfase oronasal. Se registraron SatO₂ y PtcCO₂. Se utilizó un monitor SENTEC AG®, en lóbulo auricular y zonas malar y glenohumeral.

Para cuantificar la fiabilidad de los datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA), estimándose el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

Resultados: en CCI:

- Lóbulo auricular: SatO₂=0,668 (moderado) y PtcCO₂=0,887 (bueno)
- Malar: SatO₂=0,887 (bueno) y PtcCO₂=0,920 (muy bueno)
- Glenohumeral: SatO₂=0,832 (bueno) y PtcCO₂=0,758 (bueno)

Los valores transcutáneos en lóbulo auricular y zona glenohumeral infraestiman la medición en sangre arterial, mientras que en la zona malar, la sobreestima.

Discusión y conclusiones Es posible monitorizar de manera fiable y no invasiva la SatO₂ y la PtcCO₂ mediante un sensor en diferentes regiones anatómicas. Los resultados obtenidos se correlacionan con los de la gasometría arterial.

PALABRAS CLAVE

Gasometría, Monitoreo transcutáneo, Enfermería, Urgencias.

ORIGINAL

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Aunque la gasometría arterial es el "gold-standard" para determinar la presión arterial de oxígeno (PaO₂) y de dióxido de carbono (PaCO₂), la pulsioximetría y la medición transcutánea de dióxido de carbono (CO₂) de forma simultánea nos ofrecen una alternativa fiable y no invasiva para conocer la oxigenación y la ventilación del paciente [1-4]. Esta medición se puede lograr con un solo sensor que se sitúa en zonas bien profundadas como el lóbulo de la oreja mediante un dispositivo "tipo pinza", aunque se han descrito otros lugares para situarlo como son la región malar o glenohumeral. Estas localizaciones ofrecen fiabilidad para la medición simultánea de la saturación de oxígeno por pulsioximetría (SatO₂) [5].

La región malar y la región glenohumeral son unas localizaciones cómodas para el paciente y menos sujetas a interferencias en la lectura de los valores por movimientos del paciente permitiéndole además disponer de ambas manos libres. Por esa razón, son localizaciones que pueden usarse en nuestra práctica clínica [5].

El objetivo general es evaluar la concordancia entre los valores de saturación arterial de oxígeno (SatO₂) y PaCO₂ obtenidos en una gasometría arterial con los valores de SatO₂ y presión transcutánea de dióxido de carbono (PtcCO₂) obtenidos de forma simultánea con un capnómetro-pulsioxímetro sobre la piel del paciente en diversas localizaciones.

El objetivo específico es evaluar si las zona malar, glenohumeral y lóbulo auricular son puntos adecuados para la medición de la PtcCO₂ y SatO₂.

MATERIAL Y METODOS

Se llevó a cabo un estudio de evaluación de pruebas diagnósticas de diseño simultáneo, desde abril de 2019 hasta junio de 2022, para comparar ambas técnicas diagnósticas.

Criterios de inclusión: pacientes adultos que solicitaron atención al Servicio de Urgencias de nuestro hospital que por su patología precisaron una gasometría arterial como prueba diagnóstica y que simultáneamente fueron monitorizados mediante pulsioximetría y capnometría transcutánea.

Criterios de exclusión: pacientes que presentaban lesiones cutáneas o edema en el punto de aplicación del sensor o ventilación mecánica no invasiva (VMNI) con interfase oronasal.

En la muestra se incluyeron un total de 491 pacientes distribuidos en 3 muestras diferentes, dependiendo de la zona de colocación del sensor:

- Muestra A (lóbulo auricular): 166 pacientes, 97 hombres (58,4%) y 69 mujeres (41,6%).
- Muestra B (región malar): 166 pacientes, 101 hombres (60,8%) y 65 mujeres (39,2%).
- Muestra C (zona glenohumeral): 159 pacientes, 87 hombres (54,7%) y 72 mujeres (45,3%).

Ninguno de los pacientes presentaba estado de mala perfusión clínica ni uso de fármacos vasoactivos. En estos casos, la diferencia entre los valores transcutáneos y los arteriales puede aumentar.

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

- PCO₂ arterial y transcutánea
- SatO₂ mediante pulsioximetría y SatO₂ arterial
- Presión arterial sistólica, diastólica y media
- Frecuencia cardiaca
- Temperatura axilar
- Índice de perfusión tisular

- Otras: sexo, edad y motivo de consulta

Las alteraciones en la temperatura corporal pueden modificar los valores transcutáneos. En situaciones de fiebre elevada, la producción de CO₂ aumenta, por lo que los valores de la PtcCO₂ pueden ser superiores a los esperados. En los pacientes hipotérmicos, la lectura puede ser errónea.

El índice de perfusión tisular es una lectura que realiza el monitor transcutáneo, 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.

Técnicas utilizadas

- SatO₂ y PaCO₂: recogidas en milímetros de mercurio (mmHg) y medidas en la sangre arterial de una muestra de gasometría, en el laboratorio de análisis clínicos de nuestro hospital, se utilizaron jeringas de gasometría arterial BD Preset Eclipse® y el analizador WERFN GEM 4000®.
- SatO₂ y PtcCO₂: medidos de forma simultánea a la extracción de gasometría, la saturación en porcentaje (%) y la presión transcutánea de CO₂ en mmHg, ambas mediciones se obtuvieron visualmente una vez que los valores de la capnometría se consideraron estables por el monitor. Basada en la alta solubilidad y difusión del CO₂ a través de la piel. Los sistemas actuales utilizan el principio de Severinghaus (electrodo sensible a los cambios de pH inducidos por el CO₂ 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 AG®, y el sensor se colocó en el lóbulo auricular y las regiones malar y glenohumeral de los pacientes, siguiendo las instrucciones del fabricante:

- Mantener la piel limpia y seca
- Administrar el gel conductor
- Comprobar la correcta colocación del sensor sobre la zona anatómica correspondiente, evitando la existencia de aire en su superficie que provocaría una lectura errónea.
- 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 serían equiparables a la PaCO₂.

Con respecto al análisis estadístico, para cuantificar la fiabilidad de los datos de SatO₂ obtenidos mediante pulsioximetría y PtcCO₂ con respecto a los valores en sangre arterial se realizó un análisis de varianza (ANOVA), estimándose el coeficiente de correlación

intraclase (CCI) y el diagrama de Bland-Altman (Figuras 1-3).

La valoración del CCI se realizó según las recomendaciones de Fleiss:

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

RESULTADOS

Análisis descriptivo de la muestra en Figura 4 y analítico en Tabla 5.

Al comparar la SatO₂ obtenida mediante pulsioximetría y la SatO₂ arterial, se obtuvieron los siguientes CCI:

- Lóbulo auricular: 0,668 (intervalo de confianza 95% entre 0,575 y 0,745), considerándose moderado según las recomendaciones de Fleiss.
- Región malar: 0,887 (intervalo de confianza 95% entre 0,850 y 0,916), considerándose bueno según Fleiss.
- Zona glenohumeral: 0,832 (intervalo de confianza 95% entre 0,773 y 0,877), con una consideración de bueno.

En el caso de la PtcCO₂ y la PaCO₂, el CCI tuvo los siguientes valores:

- Lóbulo auricular: 0,887 (intervalo de confianza 95% entre 0,849 y 0,915), considerándose bueno según las recomendaciones de Fleiss.
- Región malar: 0,920 (intervalo de confianza 95% entre 0,893 y 0,940), considerándose muy bueno según Fleiss.
- Zona glenohumeral: 0,758 (intervalo de confianza 95% entre 0,683 y 0,817), con una consideración de bueno.

En el lóbulo auricular y la zona glenohumeral, la medición transcutánea infraestima la medición arterial de SatO₂ entre un 0,47 y un 1,24%, dependiendo de la zona anatómica, siendo más exacta la zona glenohumeral con un intervalo de concordancia entre -5,131 y 4,189; mientras que en la región malar, sobreestima la medición arterial de SatO₂ un 0,682%, con un intervalo de concordancia entre -2,387 y 3,751%.

Con respecto a la PtcCO₂, en el lóbulo auricular y la zona glenohumeral, la medición transcutánea infraestima la medición arterial de PaCO₂ entre 2,49 y

4,32 mmHg, dependiendo de la zona anatómica, siendo más exacta el lóbulo auricular con un intervalo de concordancia entre -10,738 y 5,762; mientras que en la región malar, sobreestima la medición arterial de PaCO₂ 4,16 mmHg, con un intervalo de concordancia entre -1,514 Y 9,840 mmHg.

Los valores transcutáneos de la región malar son más aproximados a los de la muestra de sangre arterial, obteniéndose un CCI de 0,887 (intervalo de confianza al 95% entre 0,850 y 0,916) para la SatO₂ y 0,920 (intervalo de confianza al 95% entre 0,893 y 0,940) para la PtcCO₂, considerándose como bueno y muy bueno, según las recomendaciones de Fleiss.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Es posible monitorizar de manera fiable y no invasiva la SatO₂ y la PtcCO₂ mediante sensores localizados en diferentes regiones anatómicas, ya que los resultados obtenidos se correlacionan con los de la gasometría arterial, presentando además una buena adherencia del sensor.

Si bien la monitorización transcutánea no sustituye a la gasometría arterial, es una herramienta que nos permite valorar de forma continua la ventilación del paciente y alertar de cambios en la misma, siendo necesario valorar la concordancia de los valores transcutáneos y arteriales al inicio de la monitorización.

Además, esta técnica puede realizarse por los profesionales de enfermería y utilizarse independientemente de la edad del paciente.

La exclusión de pacientes que presentan lesiones cutáneas o edema en la zona de aplicación del sensor y VMNI con interfase oronasal, limita la aplicabilidad de los resultados a dichos pacientes.

No se registraron complicaciones locales ni intolerancia a la técnica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Restrepo RD, Hirst KR, Wittnebel L, Wettstein R. AARC Clinical Practice Guideline: Transcutaneous Monitoring of Carbon Dioxide and Oxygen: 2012. Respiratory Care [Internet]. 2012 [citado 9 de agosto de 2022]; 57(11):1955-62. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/57/11/1955>
2. Moronta Martín MD, Gutiérrez Ortega C. Correlation between pCO₂ values obtained by arterial gasometry and transcutaneous capnography. Sanid Mil [Internet]. 2013 [citado 9 de agosto de 2022]; 69(2):82-6. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1887-85712013000200004&Ing=en&nrm=iso&tlng=en
3. Horvath CM, Brutsche MH, Baty F, Rüdiger JJ. Transcutaneous versus blood carbon dioxide monitoring during acute noninvasive ventilation in the emergency department – a retrospective analysis. Swiss Med Wkly [Internet]. 2016 [citado 9 de agosto de 2022]; 146(w14373). Disponible en: <https://smw.ch/article/doi/smw.2016.14373/>
4. Huttmann SE, Windisch W, Storre JH. Techniques for the Measurement and Monitoring of Carbon Dioxide in the Blood. Annals ATS [Internet]. 2014 [citado 10 de agosto de 2022]; 11(4):645-52. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1513/AnnalsATS.201311-387FR>
5. Takiwaki H, Nakanishi H, Shono Y, Arase S. The influence of cutaneous factors on the transcutaneous pO₂ and pO₂ at various body sites. Br J Dermatol [Internet]. 1991 [citado 10 de agosto de 2022]; 125(3):243-7. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2133.1991.tb14748.x>

TABLAS Y FIGURAS

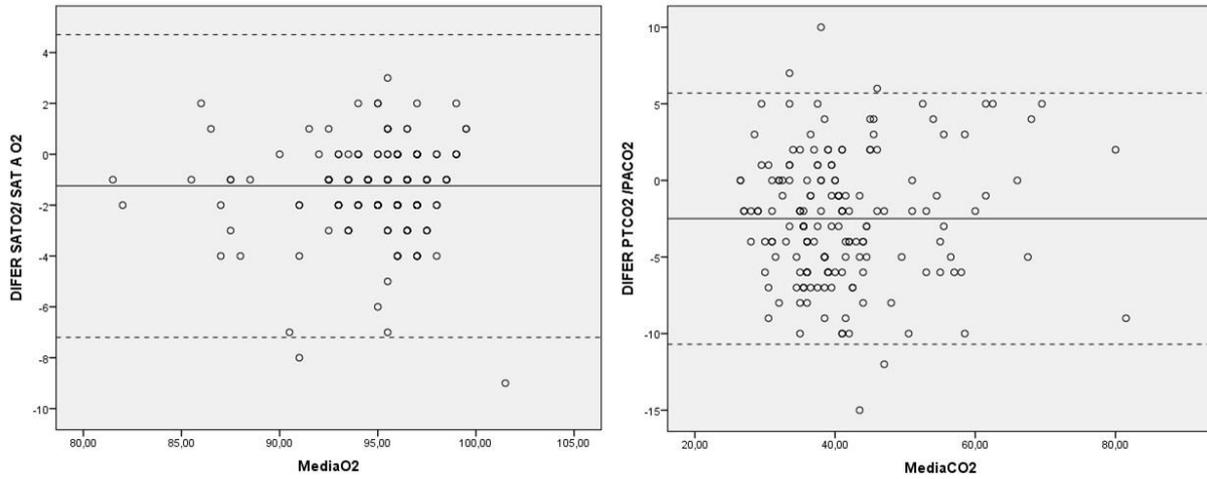


Figura 1
Diagrama de Bland-Altman Lóbulo auricular

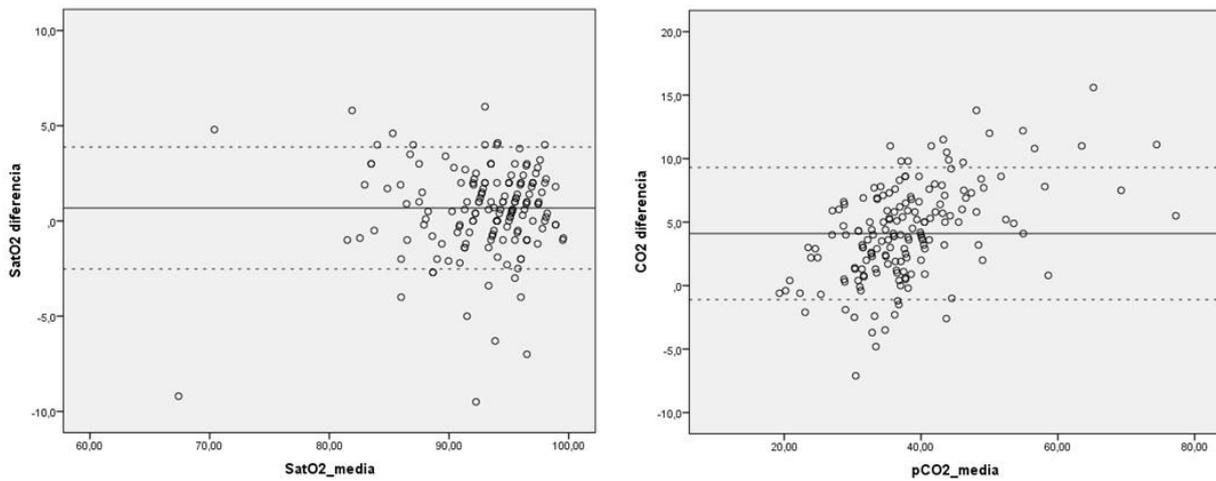


Figura 2
Diagrama de Bland-Altman Región malar

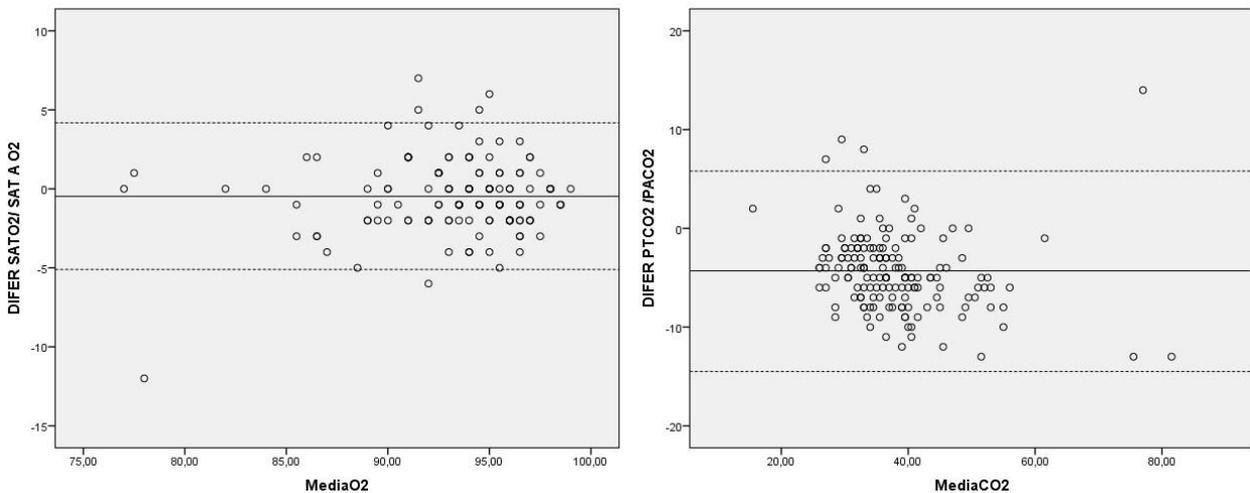


Figura 3
Diagrama de Bland-Altman Zona glenohumeral

		Media muestra	Lóbulo auricular	Malar	Gleno humeral
SatO ₂ en % Pulsioximetría	Media	93,2	94,1	92,6	93,0
	Mediana	94,3	95,0	94,0	94,0
	Desviación típica	4,2	3,4	4,9	4,3
	Mínimo	73,7	81,0	68,0	72,0
	Máximo	99,7	100	100	99,0
SAT arterial O ₂	Media	93,8	95,3	92,7	93,5
	Mediana	94,7	96,0	94,0	94,0
	Desviación típica	5,2	4,5	7,2	4,0
	Mínimo	52,7	55,0	26,0	77,0
	Máximo	101,7	106	100	99,0
Diferencia SatO ₂ Pulsioximetría / SAT arterial O ₂	Media	-0,3	-1,24	0,7	-0,5
	Mediana	-1,4	-1,0	0,6	-1,0
	Desviación típica	2,8	3,1	3,0	2,4
	Mínimo	-10,2	-9,0	-9,5	-12,0
	Máximo	21	30	26	7,0
PtcCO ₂	Media	37,3	39,9	36,0	35,9
	Mediana	35,7	38,0	35,0	34,0
	Desviación típica	9,3	10,3	8,4	9,1
	Mínimo	20,5	26,0	19,6	16,0
	Máximo	79,8	81,0	74,5	84,0
PaCO ₂	Media	40,9	42,4	40,2	40,2
	Mediana	93,7	41,0	39,0	39,0
	Desviación típica	10,0	10,0	10,3	9,8
	Mínimo	23,7	37,0	19,0	15,0
	Máximo	84,7	86,0	80,0	88,0
Diferencia PtcCO ₂ / PaCO ₂	Media	-0,9	-2,5	4,2	-4,3
	Mediana	-1,0	-2,0	4,0	-5,0
	Desviación típica	4,4	4,2	3,8	5,2
	Mínimo	-16,0	-15,0	-7,1	-26,0
	Máximo	18,9	10,0	15,6	31,0

		HOMBRE	MUJER	TOTAL	
SENTEC	Lóbulo auricular	58,4%	41,6%	166	33,8%
	Malar	60,8%	39,2%	166	33,8%
	Glenohumeral	54,7%	45,3%	159	32,4%
Total		58%	42%	491	

	Media	Mediana	DE	Min	Max
Edad	79,2	82,7	13,3	20,7	98,7
TAS	136,6	136,5	28	72,5	242
TAD	73,9	74,5	13,5	29	114
TAM	94,7	94,8	16,2	51,3	148,1
FC	84,3	82	20,7	22	158,5
Tª	36,6	36,2	2,1	34,8	39,1
Media SatO ₂	93,5	94,5	6,6	64,7	100,2
Media CO ₂	39,1	37,5	9,4	20,4	80,1

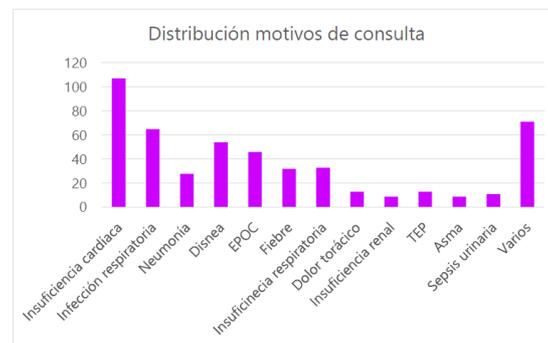


Figura 4
 Análisis estadístico

Variables = SatO ₂ pulsioximetría y SATO ₂ sangre arterial						Variables = PtcCO ₂ y PaCO ₂						
	Media	Intervalo de concordancia		CCI*	Intervalo de confianza al 95%		Media	Intervalo de concordancia		CCI*	Intervalo de confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior		Límite inferior	Límite superior		Límite inferior	Límite superior			
Lóbulo auricular	-1,24	-7,234	4,762	0,668	0,575	0,745	-2,49	-10,738	5,762	0,887	0,849	0,915
Malar	0,682	-2,387	3,751	0,887	0,850	0,916	4,163	-1,514	9,840	0,920	0,893	0,940
Gleno humeral	-0,47	-5,131	4,189	0,832	0,773	0,877	-4,32	-14,503	5,862	0,758	0,683	0,817

*CCI: coeficiente de correlación intraclassa

Figura 5
 Análisis de fiabilidad