



Caso Clínico

Errores en las lecturas del pulsioxímetro en un paciente con metahemoglobina

Errors in pulse oximeter readings in a patient with methemoglobin

Aránzazu Martín García, Álvaro Llorente Ujado, Natalia María García Simón y Francisco Antonio Bernabeu Andreu

Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda. Majadahonda, Madrid

Recibido: 16/03/2020
Aceptado: 23/09/2020

Correspondencia: Aránzazu Martín García. Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda. Calle Joaquín Rodrigo, 1, 28222 Majadahonda, Madrid
e-mail: arantxamartingarcia@hotmail.com

CASO CLÍNICO

El paciente es un hombre de 54 años de edad que acude a Urgencias por mal estado general y coluria de un día de evolución.

En la analítica se observa una ligera alcalosis respiratoria (pH de 7,458), bilirrubina total elevada (7,60 mg/dL; valores de referencia [VR]: 0,30-1,10), proteína C reactiva 56,30 mg/dL (VR: 0,10-10,00), leucocitosis 23050/ μ L (VR: 4000-11500), neutrófilos 78 % y en el estudio de orina, hematuria macroscópica. No se observan otras alteraciones analíticas ni en el estudio radiológico simple de tórax y abdomen.

El diagnóstico definitivo es episodio de anemia hemolítica en contexto de cuadro febril y probable viriasis y se deriva al servicio de Hematología.

El paciente está diagnosticado desde 2017 de déficit de glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G6PDH), a raíz de una crisis hemolítica severa (con concentración de hemoglobina de 6 g/dL) en el contexto de sepsis de origen biliar. Desde la crisis de 2017 no ha presentado otras crisis graves.

En el segundo día de ingreso se avisa al médico de guardia por desaturación. Presenta saturaciones en

torno al 75 % utilizando diferentes pulsioxímetros y midiendo en diferentes dedos. Se realiza exploración y se solicita gasometría arterial (donde la saturación de oxígeno es medida, no calculada) y radiografía de tórax, no encontrando hallazgos significativos que justifiquen estas saturaciones bajas. En la gasometría arterial la saturación de oxígeno tiene un valor de 95 %, discordante con los valores observados en el pulsioxímetro. Se pauta oxigenoterapia con mascarilla y ante la discrepancia de resultados observados se realiza una consulta al laboratorio, donde se estudian las posibles interferencias del oxímetro. Es conocida la interferencia por metahemoglobina por lo que se procede a buscar su valor en las gasometrías realizadas al paciente siendo en todos los casos muy elevadas, en torno al 15 % (los valores de cooximetría solo se adjuntan al informe cuando el médico lo solicita expresamente).

Al tercer día de ingreso destaca un empeoramiento con dolor intenso, náuseas y vómitos biliosos. Se solicita analítica donde se detecta una baja concentración de hemoglobina (7 g/dL) por lo que se transfunden dos concentrados de hematíes. En la bioquímica de sangre se objetiva un empeoramiento progresivo de la función renal (creatinina 2,05 mg/dL).

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

DOI: 10.20960/revmedlab.00010

Martín García A, Llorente Ujado A, García Simón NM, Bernabeu Andreu FA. Errores en las lecturas del pulsioxímetro en un paciente con metahemoglobina. Rev Med Lab 2020;1(2):79-81

Se pauta sueroterapia con control de diuresis, se disminuye la oxigenoterapia y se mantiene la dieta absoluta durante 48 horas.

Pasado este tiempo, se observa una mejoría clínica con mejor estado general y desaparición de las náuseas y vómitos, probablemente en relación con la resolución de la crisis hemolítica. Los valores de saturación aportados por el pulsioxímetro y el gasómetro tienden a ser similares coincidiendo con valores bajos de metahemoglobina (2 %) observados en el paciente.

DISCUSIÓN

En los últimos años se han ido creando dentro de los hospitales, grupos de trabajo *Point of care testing* (POCT). Son grupos multidisciplinares liderados por el laboratorio que regulan el buen funcionamiento de estos analizadores para asegurar resultados con la misma calidad analítica que los del laboratorio central (1). Dentro de los analizadores POCT, los gasómetros y glucómetros son los que se incluyen con mayor frecuencia en estos grupos de trabajo. El pulsioxímetro no suele incluirse al ser de uso únicamente extralaboratorio, pero al ser un analizador puede presentar interferencias igualmente, tal y como aparece ampliamente reflejado en la bibliografía (2). Una de ellas es la presencia de metahemoglobina, que aunque no se detecte de forma común en la práctica clínica, aparece reflejada en las especificaciones de estos POCT.

Los gasómetros y pulsioxímetros tienen diferente forma de medir la saturación de oxígeno.

En el gasómetro se miden las distintas fracciones de hemoglobinas (oxihemoglobina, carboxihemoglobina, metahemoglobina y hemoglobina reducida) por lectura fotométrica a distintas longitudes de onda. La saturación de oxígeno se calcula como la proporción de oxihemoglobina con respecto a la suma de las cuatro fracciones de hemoglobina medidas. Las medidas fotométricas del gasómetro se basan en la ley de Lambert-Beer, que establece que la intensidad de luz absorbida al pasar por una solución homogénea es proporcional a la concentración de las distintas moléculas en la misma (3).

El pulsioxímetro, oxímetro o saturómetro mide de forma no invasiva el oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos (4-6). Consta de dos piezas, un emisor de luz y un fotodetector, generalmente en forma de pinza, que se suele colocar en el dedo.

El emisor emite luz con dos longitudes de onda de 660 nm (roja) y 940 nm (infrarroja) que son características respectivamente de la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida. La mayor parte de la luz es absorbida por el tejido conectivo, piel, hueso y sangre venosa en una cantidad constante, produciéndose un pequeño incremento de esta absorción en la sangre arterial con cada latido, lo que significa que es necesaria la presencia de pulso arterial para que el aparato reconozca

alguna señal. Mediante la comparación de la luz que absorbe durante la onda pulsátil con respecto a la absorción basal, se calcula el porcentaje de oxihemoglobina. Solo se mide la absorción neta durante una onda de pulso, lo que minimiza la influencia de tejidos, venas y capilares en el resultado.

La información que se recibe en la pantalla es la saturación de oxígeno, la frecuencia cardiaca y la curva de pulso. La pulsioximetría ofrece por tanto valores de saturación de oxígeno pero no mide la presión de oxígeno (PaO_2), la presión de dióxido de carbono (PaCO_2) o el pH, por lo que aunque supera a la gasometría en rapidez y sencillez, no la sustituye en la valoración completa de los enfermos respiratorios (6). Los pulsioxímetros actuales son muy fiables cuando el paciente presenta saturaciones superiores al 80 %. Entre las situaciones que pueden dar lugar a lecturas erróneas se encuentran anemia severa, interferencias con otros aparatos eléctricos, el movimiento, contrastes intravenosos, luz ambiental intensa o dishemoglobinemias (ya que la carboxihemoglobina y la metahemoglobina absorben a longitudes de onda similares a la oxihemoglobina).

La metahemoglobina es una forma de la hemoglobina que se encuentra en condiciones normales en pequeñas cantidades en sangre. A diferencia de la hemoglobina normal, la metahemoglobina no puede transportar oxígeno. Este compuesto se produce a partir de la hemoglobina por oxidación del átomo de hierro del estado ferroso (Fe^{2+}) al férrico. Hay lesiones, medicamentos, sustancias químicas o alimentos que pueden hacer que se elabore una cantidad más alta dando lugar a una afección conocida como metahemoglobinemia (7,8).

La metahemoglobinemia se trata fundamentalmente con azul de metileno. Por acción de la glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (G6PDH) se genera NADPH, que junto al azul de metileno y la NADPH metahemoglobina reductasa, producen la reducción del hierro 3+ de la metahemoglobina a hierro 2+ de la hemoglobina. Por ello mismo, el azul de metileno no es útil en pacientes con déficit de G6PDH.

La G6PDH es esencial en el metabolismo de los eritrocitos, ya que interviene en la vía de las pentosas fosfato, fundamental para la célula en situaciones de estrés oxidativo.

Se produce metahemoglobinemia en la hemólisis regenerativa, en pacientes con déficit de G6PDH y en presencia de hematíes viejos con mayor contenido en hemoglobina A1c (HbA1c) pero susceptibles a la hemólisis (baja G6PDH).

El déficit de G6PH es el segundo defecto enzimático más común en humanos. Es una enfermedad ligada al cromosoma X, predominante en hombres, con una incidencia de alrededor de 400 millones de personas en el mundo (9). Una de las complicaciones de esta patología son las crisis hemolíticas, en las que aumentan los valores de metahemoglobina. Los agentes causantes de hemólisis más comunes son las infecciones,

las habas y algunas medicaciones antimaláricas. Los pacientes con déficit de G6PDH tienen disminuida la resistencia al estrés oxidativo con disminución de la producción de NADPH, por lo que el azul de metileno no es útil en el tratamiento de metahemoglobinemia.

El paciente descrito el caso clínico sufre un déficit de la enzima G6PDH y tiene un diagnóstico de anemia hemolítica en el contexto de una probable viriasis. Se observan incongruencias entre los valores de saturación de oxígeno en el pulsioxímetro y la saturación de oxígeno en la gasometría, así como con el estado clínico del paciente. Estas incongruencias se resuelven tras detectar la interferencia por metahemoglobina en la medición del pulsioxímetro, lo que permite evaluar correctamente al paciente hasta la normalización de su proceso.

Los analizadores *Point of care testing* (POCT) ofrecen grandes ventajas en la práctica clínica como son la rapidez de resultados, facilidad de uso y alta fiabilidad. Sin embargo, la metodología que utilizan presenta posibles interferencias en sus medidas. El personal de laboratorio está especializado en el conocimiento de las metodologías, sus ventajas e inconvenientes, pudiendo ser de mucha ayuda ante resultados no esperados o incongruentes con el estado clínico de los pacientes.

PUNTOS A RECORDAR

- No se recomienda el control de saturación de oxígeno con pulsioxímetro en pacientes con niveles elevados de metahemoglobinemia.
- Es esencial la importancia de la colaboración entre el laboratorio clínico y el resto de especialidades ante el hallazgo de resultados no esperados.
- Es importante conocer las metodologías empleadas en los analizadores y sus limitaciones, para una correcta interpretación de sus resultados. Este

punto cobra mayor importancia en los analizadores POCT para ofrecer unos resultados fiables y de calidad en función a los cuales se van a tomar decisiones clínicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Florkowski C, Don-Wauchope A, Gimenez N, Rodriguez-Capote K, Wils J, Zemlin A. Point-of-care testing (POCT) and evidence-based laboratory medicine (EBLM) – does it leverage any advantage in clinical decision making? *Crit Rev Clin Lab Sci* 2017;54(7-8):471-94. DOI: 10.1080/10408363.2017.1399336
2. Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. *Am J Emerg Med* 1999;17:59-67. DOI: 10.1016/s0735-6757(99)90019-0
3. Benni PB, MacLeod D, Ikeda K, Lin HM. A validation method for near-infrared spectroscopy based tissue oximeters for cerebral and somatic tissue oxygen saturation measurements. *J Clin Monit Comput* 2018;32(2):269-84. DOI: 10.1007/s10877-017-0015-1
4. Jensen LA, Onyskiw JE, Prasad NG. Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung* 1998;27:387-408.
5. Hanning CD, Alexander-Williams JM. Pulse oximetry: a practical review. *BMJ* 1995;311:367-70. DOI: 10.1136/bmj.311.7001.367
6. Pedersen T, Dyrland Petersen B, Moller AM. Pulse oximetry for perioperative monitoring (Cochrane Review). En: *The Cochrane Library*, Issue 2. Oxford: Update Software; 2002.
7. De la Cruz M, Masood M, Mostafa A, Ershad M, Vearrier D, McKeever R. Hemolytic Crisis following Naphthalene Mothball Ingestion in a 21-Month-Old Patient with Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase (G6PD) Deficiency. *Case Rep Pediatr* 2019;2019:1092575. DOI: 10.1155/2019/1092575
8. Titheradge H, Nolan K, Sivakumar S, Bandi S. Methaemoglobinemia with G6PD deficiency: rare cause of persistently low saturations in neonates. *Acta Paediatr* 2011;100(7):e47-8. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2011.02278.x
9. Glader B. Diagnosis and treatment of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. En: *UpToDate* [en línea]. Available from: www.uptodate.com/contents/genetics-and-pathophysiology-of-glucose-6-phosphate-dehydrogenase-deficiency