



ORIGINAL

Revisión de valores críticos obtenidos en gasometrías realizadas en el lugar de asistencia al paciente ☆

Cosmin Boteanu, Antonio Buño Soto*, Paloma Oliver Sáez, María José Alcaide Martín, Pilar Fernández Calle y Rubén Gómez Rioja

Laboratorio de Urgencias, Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Recibido el 19 de diciembre de 2008; aceptado el 4 de febrero de 2009

PALABRAS CLAVE

POCT;
Valores críticos;
Gasometría;
Laboratorio de
Urgencias

Resumen

Introducción: La detección y la comunicación rápida de resultados críticos es crucial para asegurar una adecuada atención al paciente. El Laboratorio de Urgencias (LABURG) lidera desde hace 10 años un proyecto de POCT (*Point-of-care testing* 'pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente') de gasometrías (con 17 analizadores descentralizados) acorde con recomendaciones de sociedades científicas (como la Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular y la National Academy of Clinical Biochemistry). El objetivo de este estudio es realizar una revisión de los valores críticos en el año 2007 en los resultados de gases, electrolitos y metabolitos realizados en gasómetros en las POCT y en el LABURG.

Material y métodos: A partir del sistema informático del laboratorio, se obtuvieron los resultados de las gasometrías, electrolitos y metabolitos realizados en las POCT y en el LABURG ($n_{\text{POCT}} = 201.746$ y $n_{\text{LABURG}} = 134.839$ para gases; $n_{\text{POCT}} = 278.075$ y $n_{\text{LABURG}} = 651.016$ para electrolitos y metabolitos). Como valores críticos para cada uno de los parámetros, se utilizaron las medias de los límites propuestos por Kost en su revisión de 2007. Se calcularon los porcentajes de resultados situados fuera de ellos en las POCT y en el LABURG.

Resultados: Los porcentajes de valores críticos en las POCT y en el LABURG fueron respectivamente del 13,68 frente al 3,39% para gases, del 2,21 frente al 1,82% para electrolitos y del 6,66 frente al 1,37% para metabolitos. Los parámetros con más porcentaje de resultados críticos fueron la presión parcial de oxígeno, el lactato y el pH.

Conclusiones: El mayor porcentaje de valores críticos en unidades de POCT respecto al del LABURG responde al tipo de pacientes que atienden estas unidades y apoya la necesidad de desarrollar proyectos para acercar estas determinaciones a la cabecera del paciente, proyectos liderados desde el laboratorio.

© 2008 AEBM, AEFA y SEQC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

☆ Comunicación premiada en el II Congreso Nacional del Laboratorio Clínico celebrado en La Coruña del 4 al 7 de junio de 2008.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: abuno.hulp@salud.madrid.org (A. Buño Soto).

KEYWORDS

POCT;
Critical values;
Blood gases;
Emergency laboratory

Review of critical values determined in *Point-of-Care Testing* units**Abstract**

Introduction: The identification and immediate notification of critical results is crucial to assure appropriate patient care. The Emergency Laboratory has led a POCT blood gases and electrolytes project for 10 years (17 decentralized analyzers), according to scientific societies recommendations (SEQC and NACB). The objective of this study is to review critical results of blood gases, electrolytes and metabolites determined in Point-Of-Care Testing (POCT) units and in the Emergency Laboratory (LABURG) in 2007.

Material and methods: Using the laboratory information system, we obtained the results of blood gases, electrolytes and metabolites carried out in POCT and LABURG ($n_{\text{POCT}} = 201.746$ and $n_{\text{LABURG}} = 134.839$ for gases and $n_{\text{POCT}} = 278.075$ and $n_{\text{LABURG}} = 651.016$ for electrolytes and metabolites). As critical values for each parameter we used the mean of the limits proposed by Kost in 2007. The percentages of the results above or below those limits in POCT and LABURG were calculated.

Results: The percentages of critical values in POCT and LABURG were: 13.68% vs. 3.39% for gases, 2.21% vs. 1.82% for electrolytes and 6.66% vs. 1.37% for metabolites. The parameters with more critical results were pO_2 , lactic acid and pH.

Conclusions: The higher percentage of critical values in POCT units compared to LABURG is due to the number critical patients seen in these units, and it supports the importance of designing and developing new laboratory projects in order to carry out these determinations at the patient bedside.

© 2008 AEBM, AEFA y SEQC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

En 1972, Lundberg acuñó por primera vez en la literatura científica el concepto de valores críticos y los definió como aquellos valores que representan un estado fisiopatológico tan distinto de la normalidad como para poner en peligro la vida del paciente, a menos que se actúe rápidamente, y para los que se pueden adoptar medidas correctivas^{1,2}. Otros autores, como Lum en 1998 o Tillman y Barth en 2003, incluyeron el concepto de notificación o comunicación inmediata de estos valores con el objeto de mejorar la atención de los pacientes^{3,4}. Hay publicadas en la literatura médica diferentes tablas con valores críticos propuestos por distintos autores para una serie de magnitudes biológicas cuyas alteraciones, bien por encima o por debajo de estos valores, suelen estar relacionadas con la emergencia médica. Kost realizó un estudio sobre los valores críticos utilizando información de más de 90 hospitales y publicó unas tablas de valores críticos para adultos, niños y neonatos en 1990⁵. Estas tablas se han revisado recientemente, en el año 2007⁶. Aun así, es importante que cada laboratorio disponga de sus propios valores críticos, así como de una política de notificación de éstos. Distintas organizaciones, como el College of American Pathologists⁷ o la Joint Commission de los Estados Unidos⁸ contemplan en sus requerimientos la existencia de procedimientos relacionados con los valores críticos en el laboratorio. Del mismo modo, se aborda este tema en las normas ISO 15189:2007 (específicas de los laboratorios clínicos) e ISO 22870:2006 (específicas para las POCT [*Point-of-care testing* 'pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente']), en sus apartados 5.8 relativos al informe del laboratorio^{9,10}.

La necesidad del conocimiento rápido de estos valores críticos para una intervención inmediata apoya la estrategia

de acercar la realización de determinadas pruebas a la cabecera del paciente y así reducir el tiempo entre la solicitud de una determinación y la recepción del resultado.

Según la Guía para la implantación de pruebas de laboratorio en el lugar de asistencia al paciente, publicada por la Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular en 2006, se definen éstas como aquellas magnitudes biológicas que se determinan fuera del laboratorio, en un entorno próximo al lugar de asistencia al paciente y que realiza personal ajeno a éste¹¹. Hay múltiples sinónimos para este tipo de pruebas, tal como se refleja en la recientemente publicada Guía de práctica del laboratorio clínico por la National Academy of Clinical Biochemistry¹², siendo quizás el acrónimo de POCT el más comúnmente utilizado. Una de las justificaciones más importantes que hay para llevar a cabo estas pruebas es la reducción del tiempo de respuesta, y éstas se utilizan ampliamente hoy en día en áreas de pacientes críticos de muchos centros sanitarios. La obtención de un resultado de una prueba de laboratorio en un tiempo muy breve puede adelantar una decisión clínica y, como consecuencia, mejorar la evolución clínica de los pacientes.

El Hospital Universitario La Paz es el hospital de referencia del área 5 de la Comunidad Autónoma de Madrid, y atiende a una población de más de 800.000 habitantes. Desde el año 1998, el Laboratorio de Urgencias (LABURG) lidera un proyecto de POCT de gasometrías, electrólitos y metabolitos. En la actualidad hay 21 analizadores de gases (Siemens Healthcare Diagnostics), de los que 17 se encuentran ubicados en unidades de POCT fuera de los laboratorios, la mayor parte en unidades de pacientes críticos. En la [tabla 1](#) se muestran las ubicaciones de estos analizadores junto con los relacionados directamente con el laboratorio y los parámetros disponibles en cada uno de ellos. Hay más de

Tabla 1 Ubicaciones de los analizadores de pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente y en el Laboratorio de Urgencias y parámetros de gasometría (pH, presión parcial de oxígeno, y presión parcial de dióxido de carbono), electrolitos (sodio, potasio y cloro) y metabolitos (glucosa y lactato) disponibles en cada uno de ellos

Analizadores	Gasometría	Electrolitos	Metabolitos
Reanimación cardiotorácica	Sí	Sí	Sí
Reanimación quirúrgica	Sí	Sí	Sí
UVI de adultos	Sí	Sí	Sí
Quirófano cardiotorácico	Sí	Sí	Sólo glucosa
Quirófano de hospital general	Sí	Sí	Sólo glucosa
Reanimación traumatológica	Sí	Sí	Sólo glucosa
Unidad de quemados	Sí	Sí	Sí
Reanimación infantil	Sí	Sí	Sí
UVI infantiles	Sí	Sí	Sí
UVI de neonatos	Sí	Sí	Sí
UVI de neonatos	Sí	Sí	Sí
UVI de neonatos	Sí	Sí	Sólo glucosa
Unidad de hemodinamia infantil	Sí	Sí	Sólo glucosa
Paritorios	Sí	No	No
Paritorios	Sí	No	No
Quirófano obstétrico	Sí	No	No
Consulta de neumología	Sí	No	No
Pruebas funcionales	Sí	Sí	Sólo glucosa
LABURG	Sí	Sí	Sí
LABURG	Sí	Sí	Sí
LABURG	Sí	Sí	Sólo glucosa
Laboratorio del Hospital Cantoblanco	Sí	Sí	Sólo glucosa

LABURG: Laboratorio de Urgencias; POCT: *Point-of-care testing* 'pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente'; UVI: unidad de vigilancia intensiva.

1.200 operadores cualificados y autorizados en la actualidad en el proyecto. Tras identificarse a través de código de barras, llevan a cabo el procesamiento de la muestra en los analizadores. Los gasómetros se encuentran conectados a un ordenador y, mediante un *software* de gestión remota, el personal facultativo del LABURG controla el correcto funcionamiento de los analizadores. Durante todos estos años, el proyecto ha seguido las recomendaciones de distintas sociedades y asociaciones profesionales nacionales e internacionales¹⁰⁻¹⁵.

El objetivo de este estudio ha sido realizar una revisión de los valores críticos obtenidos durante el año 2007 en gasómetros de POCT para gases, electrolitos y metabolitos y compararlos con los del Laboratorio de Urgencias (LABURG).

Material y métodos

A partir del sistema informático del laboratorio, se obtuvieron los resultados de las gasometrías realizadas en unidades de POCT y en el LABURG durante un período de 12 meses. Se extrajeron datos relacionados con parámetros de gasometría (pH, presión parcial de oxígeno [pO₂] arterial y presión parcial de dióxido de carbono [pCO₂] arterial y venosa), de electrolitos (sodio, potasio y cloro) y de metabolitos (glucosa y lactato). Todas las determinaciones realizadas en unidades de POCT se llevaron a cabo en analizadores RapidLab 1265 o RapidPoint 405 (Siemens Healthcare Diagnostics) a partir de muestras de sangre total

Tabla 2 Número de gasometrías realizadas en unidades de pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente y en el Laboratorio de Urgencias durante el año 2007

Parámetro	POCT	LABURG
pH	70.314	58.267
pO ₂ arterial (mmHg)	62.057	18.305
pCO ₂ arterial (mmHg)	69.375	58.267
Sodio (mmol/l)	59.184	176.612
Potasio (mmol/l)	59.213	175.824
Cloro (mmol/l)	58.015	116.561
Glucosa (mg/dl)	58.320	180.080
Lactato (mmol/l)	43.343	1.939

LABURG: Laboratorio de Urgencias; pCO₂: presión parcial de dióxido de carbono; pO₂: presión parcial de oxígeno; POCT: *Point-of-care testing* 'pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente'.

obtenidas en jeringas de plástico con heparina sólida balanceada. Las informadas en el LABURG se realizaron en 2 analizadores RapidLab 1265 para parámetros de gasometría y de lactato, siendo la forma de obtener la muestra igual que en el caso de las unidades de POCT. Las determinaciones de iones y glucosa se obtuvieron a partir de muestras con heparina de litio en 2 analizadores Dimension RxL (Siemens Healthcare Diagnostics). En la [tabla 2](#) se muestra el total de resultados para cada una de las magnitudes realizadas,

tanto en unidades de POCT como en el LABURG. Para realizar la comparación se utilizaron los valores críticos propuestos por Kost en su revisión publicada en 2007⁶. Se emplearon los valores medios de los límites bajo y alto para cada uno de los parámetros estudiados. Posteriormente se calculó el porcentaje de resultados situados fuera de los límites definidos para cada magnitud sobre el total de resultados de cada parámetro y, finalmente, se calculó la contribución de las magnitudes que más frecuentemente presentaron valores críticos respecto al total de resultados críticos obtenidos.

Resultados

En la [tabla 3](#) se representan en valor absoluto y en porcentaje el número de resultados para cada uno de los parámetros de gasometría, electrolitos y metabolitos que se encontraban fuera de los límites definidos para las muestras analizadas en las unidades de POCT y en el LABURG.

En la [tabla 4](#) se muestran los parámetros ordenados de mayor a menor que, con mayor frecuencia, han mostrado resultados fuera de los límites definidos como valores críticos.

Discusión

El establecimiento de una adecuada política con respecto a la detección y a la notificación de valores críticos en el laboratorio clínico es fundamental. Debido a que en muchas ocasiones los parámetros en los que estos límites se definen están relacionados con enfermedades que pueden poner en peligro la vida del paciente o conllevar una evolución muy adversa, su utilización es especialmente relevante en el ámbito del LABURG. Las POCT pueden aportar ventajas para el adecuado cuidado de los pacientes. Sin duda, una de las

Tabla 4 Parámetros que con mayor frecuencia presentan valores críticos con respecto al total de resultados críticos obtenidos

Parámetro	Porcentaje de resultados críticos
pO ₂ arterial (mmHg)	22,74
Lactato (mmol/l)	19,73
pH	4,68
pCO ₂ arterial (mmHg)	4,39
Potasio (mmol/l)	4,33
Glucosa (mg/dl)	1,70
Sodio (mmol/l)	0,77
Cloro (mmol/l)	0,27
pCO ₂ : presión parcial de dióxido de carbono; pO ₂ : presión parcial de oxígeno.	

más evidentes es que pueden proporcionar resultados de forma inmediata en el mismo momento en el que el clínico está atendiendo al paciente, por lo que en principio podría parecer que carece de sentido el disponer de una política de detección y de notificación de valores críticos en unidades de POCT. En este trabajo se ha querido realizar un estudio comparativo entre el número y el porcentaje de valores críticos observados en las unidades de POCT y en el LABURG durante el año 2007 con el objetivo de analizar si la incidencia de valores críticos en los parámetros estudiados es similar.

En el caso de los parámetros de gasometría, para el pH se observó un porcentaje del 6,69% de los valores críticos en unidades de POCT y del 2,26% en el LABURG. Como puede observarse en la [tabla 1](#), la mayoría de analizadores están ubicados en unidades de pacientes críticos, donde el porcentaje de enfermedades graves suele ser muy superior al del resto de unidades del hospital. Además, 3 de ellos están emplazados en el área de paritorios (más de 10.000 partos en 2007), en la que es posible observar valores de acidosis extremos, incluso por debajo de 6,80. En estas unidades, debido al tipo de muestra que emplean (sangre procedente de cordón umbilical, arteria y vena, y sangre procedente de calota fetal), los valores de pO₂ suelen ser muy bajos. Éste puede ser un motivo que explique el elevado porcentaje de valores críticos observados en la pO₂ arterial en unidades de POCT frente al porcentaje en el LABURG (el 27,36 y el 7,07%, respectivamente). No obstante, estas unidades no suelen demandar esta determinación, a pesar de que sí se informa en los analizadores. Para la pCO₂ el resultado es similar al observado para el pH (el 5,64 en unidades de POCT frente al 2,89% en el LABURG), especialmente para valores por encima del límite alto y que estarían en consonancia con lo observado para los valores bajos de pH.

Con respecto a los electrolitos, el 2,22% de los resultados informados en unidades de POCT se considerarían valores críticos frente al 1,82% de los informados en el LABURG. El parámetro en el que se observó un mayor porcentaje de valores críticos fue el potasio (el 5,01 en unidades de POCT frente al 4,07% en el LABURG). No obstante, llama la atención que, para valores altos, el porcentaje fue muy similar (1,93 y 1,90%). Este hecho no concordaría del todo

Tabla 3 Número y porcentaje de resultados de gasometría, electrolitos y metabolitos obtenidos en unidades de pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente y Laboratorio de Urgencias fuera de los límites de valores críticos en relación con el total de resultados de cada magnitud

Parámetro	POCT	LABURG
	Valor absoluto/ porcentaje	Valor absoluto/ porcentaje
pH	4.707/6,69	1.314/2,26
pO ₂ arterial (mmHg)	16.981/27,36	1.295/7,07
pCO ₂ arterial (mmHg)	3.911/5,64	1.686/2,89
Sodio (mmol/l)	695/1,18	1.121/0,64
Potasio (mmol/l)	3.019/5,01	7.154/4,07
Cloro (mmol/l)	201/0,35	274/0,24
Glucosa (mg/dl)	2.037/3,49	2.006/1,11
Lactato (mmol/l)	4.745/10,95	493/25,43

LABURG: Laboratorio de Urgencias; pCO₂: presión parcial de dióxido de carbono; pO₂: presión parcial de oxígeno; POCT: *Point-of-care testing* 'pruebas realizadas en el lugar de asistencia al paciente'.

con el mayor porcentaje de pacientes graves o críticos que se atienden en las unidades de POCT. Es posible que pueda explicarse por el mayor porcentaje de muestras hemolizadas que hay en el LABURG debido a factores como el transporte a través de tubo neumático. Son muestras que han de centrifugarse o el tiempo de demora hasta su procesamiento es superior a las obtenidas en unidades de POCT¹⁶.

En la determinación de glucosa de nuevo se observa un mayor porcentaje de resultados considerados críticos en unidades de POCT (el 3,49 frente al 1,11%), especialmente frente a valores bajos. Esto puede deberse a la contribución al estudio del gran número de muestras procesadas en los 3 analizadores de POCT ubicados en el Servicio de Neonatología, dado que en estos pacientes la frecuencia de hipoglucemias es significativamente mayor que en pacientes adultos¹⁷. En el caso del lactato, paradójicamente se observó el resultado contrario, es decir, en unidades de POCT el porcentaje de resultados considerados críticos fue del 10,95% mientras que en el LABURG fue del 25,43%. Como puede comprobarse a partir de los datos presentados en la [tabla 2](#), más del 95% de las determinaciones de lactato realizadas se ha llevado a cabo en analizadores de unidades de POCT. Las remitidas al LABURG proceden fundamentalmente de pacientes de los servicios de urgencias con la prioridad de urgencia vital y del procedimiento quirúrgico de trasplante hepático del Hospital Infantil. Además, la mayor demora en el procesamiento de las muestras enviadas al laboratorio podría condicionar un aumento de producción in vitro de lactato.

En este estudio se pone de manifiesto que el porcentaje de resultados críticos para una misma definición en unidades de POCT es 3,8 veces mayor que el observado en el LABURG. Dado que estas unidades atienden en su mayoría a pacientes críticos, se refuerza la idea de acercar este tipo de determinaciones a la cabecera del paciente con el objetivo de que pueda disminuirse el tiempo de respuesta desde que el clínico toma la decisión de realizar las determinaciones hasta que obtiene el resultado y puede actuar sobre el paciente. Sería interesante ampliar este estudio a otras magnitudes, teniendo en cuenta las variables fisiopatológicas de los pacientes, diferenciando las unidades de POCT entre sí, etc.

De la misma forma que es fundamental que el laboratorio disponga de una adecuada política de detección y de notificación de resultados críticos, debería haber una estrategia similar para el caso de las POCT, aunque adaptándola a la idiosincrasia y a las características de cada centro y de cada proyecto. Es recomendable que un

comité multidisciplinario tome las decisiones oportunas para poder implantar y llevar a cabo estas políticas.

Bibliografía

1. Lundberg GD. When to panic over an abnormal value. *Medical Laboratory Observer*. 1972;4:47-54.
2. Critical values: More than 3 decades of experience: An Expert Interview With George D. Lundberg, MD. *Medscape Pathology* 2007. <http://www.medscape.com/viewarticle/560353> [consultado el 2 de diciembre de 2008].
3. Lum G. Critical limits (alert value) for physician notification: Universal or medical center specific limits. *Ann Clin Lab Sci*. 1998;28:261-71.
4. Tillman J, Barth JH. A survey of laboratory critical (alert) limits in the UK. *Ann Clin Biochem*. 2003(40):181-4.
5. Kost GJ. Critical limits for urgent clinician notification at US medical centers. *JAMA*. 1990;263:704-7.
6. Kost GJ. Table of critical limits. *Medical Laboratory Observer*. 2007;39:6-7.
7. College of American Pathologists. CAP laboratory accreditation checklists. Northfield [citado 15 Dic 2008]. Disponible en: URL: <http://www.cap.org/apps/cap.portal>.
8. JCAHO. Comprehensive accreditation manual for laboratory and point of care testing. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations; 2004.
9. International Organization of Standardization. Medical laboratories-Particular requirements for quality and competence. Document ISO 15189:2007. Geneva, Switzerland: ISO; 2007.
10. International Organization of Standardization. Point-of-care testing (POCT)—requirements for quality and competence. Document ISO 22870:2006. Geneva, Switzerland: ISO; 2006.
11. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular. Guía para la implantación de pruebas de laboratorio en el lugar de asistencia al paciente. Barcelona, Spain: SEQC; 2006.
12. The National Academy of Clinical Biochemistry. Evidence-based practice for point-of-care testing. Laboratory medicine practice guidelines. Washington, DC: AACCC Press; 2006.
13. Clinical and Laboratory Standards Institute. Quality management for unit use testing; proposed guideline; Approved guideline. Document EP18P. Wayne, PA: CLSI; 1999.
14. Clinical and Laboratory Standards Institute. Point-of-Care In Vitro Diagnostic (IVD) Testing; Approved guideline. Document AST2-A. Wayne, PA: CLSI; 1999.
15. Kost GJ. Principles and practice of point of care testing. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
16. Tietz NW, Pruden EL, Siggaard-Andersen O. Electrolytes. En: Burtis CA, Ashwood ER, editors. *Tietz Textbook of "Clinical Chemistry"*. 2ª edición. Saunders; 2004. p. 1354-74.
17. Sacks DB. Carbohydrates. En: Burtis CA, Ashwood ER, editors. *Tietz Textbook of "Clinical Chemistry"*. 2ª edición. Saunders; 2004. p. 928-1001.