

Importancia de la fase preanalítica para el laboratorio clínico

Importance of the Preanalytical Phase for the Clinical Laboratory

María Elena Suardíaz Espinosa¹ <https://orcid.org/0000-0002-7858-8508>

Juana Aguirre Guillot¹ <https://orcid.org/0000-0001-5616-1960>

Quirina Garcarena Peñate¹ <https://orcid.org/0000-0001-8290-5687>

Celia Ángela Alonso Rodríguez^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-2242-8617>

¹Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: celialon@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La fase pre analítica comprende todos los procesos previos a cada prueba de laboratorio. Los procedimientos relacionados incluyen también el ejercicio de otros profesionales que trabajan fuera del recinto sin supervisión directa. Esta fase del proceso de diagnóstico, tiene un papel fundamental en el resultado final y es responsable por la mayoría de los errores que se cometen en el mismo.

Objetivo: El propósito de este trabajo, dirigido a los profesionales de la salud, es destacar la importancia del manejo de las muestras sanguíneas, desde la preparación del paciente hasta el análisis de laboratorio, para prevenir errores, y a su vez, promover el trabajo educativo en el uso del método clínico.

Método: Se realizó una revisión bibliográfica entre el 13 de julio al 23 de noviembre del 2020, con las palabras clave elegidas en MedLine, PubMed y SciELO, de los documentos publicados los últimos años con acceso libre al texto completo. Se incluyeron intencionadamente los documentos normativos de organizaciones internacionales de la especialidad de otras fechas. Se recopilaron en total 160 publicaciones, de las cuales se extrajeron las 48 empleadas.

Conclusiones: Se constata que tanto la información y preparación del paciente, la correcta organización del personal y los procedimientos que corresponden a la extracción de sangre por venipuntura, son de fundamental importancia. A su vez, los varios pasos previos a desarrollar la colecta sanguínea, son de por sí fuentes de variabilidad en el laboratorio. Los resultados provenientes de muestras de sangre inapropiadas son inconsistentes y no permiten un apropiado tratamiento ni monitoreo de los pacientes en cuestión.

Palabras clave: fase pre analítica; extracción de sangre; venipuntura; laboratorio clínico; prueba de laboratorio.

ABSTRACT

Introduction: The pre-analytical phase encompasses all the procedures before the start of laboratory testing. This phase of the testing process is responsible for the majority of the laboratory errors, since the related procedures involve many sorts of non-laboratory professionals working outside the laboratory setting, thus without direct supervision by the laboratory staff.

Objective: The aim of this paper addressed to healthcare professionals is to highlight the importance of blood specimen management (from patient preparation to laboratory analyses), as a tool to prevent laboratory errors.

Methods: The review on this matter, including official documents of several international organizations of Clinical Lab, there is a consensus on those subjects that, although information and preparation of patients, the correct organization or management of both personnel and procedures that regard blood specimen collection by venipuncture are of fundamental importance, since the various steps for performing blood collection represent per se sources of laboratory variability.

Conclusions: Laboratory results from inappropriate blood specimens are inconsistent and do not allow proper treatment nor monitoring of the patient.

Key words: preanalytical phase, blood specimen collection by venipuncture, clinical laboratory, lab results.

Recibido: 14/12/2020

Aprobado: 03/02/2021

Introducción

Los resultados analíticos obtenidos en un laboratorio clínico han de ser fiables, reproducibles y deben satisfacer las necesidades por las cuales fueron solicitados. Por tanto, debe asegurarse que estos sean válidos, ya que pueden afectar notablemente su interpretación.⁽¹⁾

La Asociación Mundial de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio considera que; actualmente, la fase pre analítica es responsable del 70 % al 90 % de los errores atribuibles a los laboratorios, aún con un sistema analítico bien establecido. El acelerado desarrollo científico-tecnológico ha complejizado e incrementado el campo de acción de esta especialidad, fruto de la inteligencia y esfuerzo del hombre, a la vez que se adentra cada vez más en la bioquímica del cuerpo humano, sin conformarse sólo con describir lo variado.⁽²⁾

En la actualidad, el avance vertiginoso en la tecnología del laboratorio clínico ha permitido el desarrollo de esta vertiente de las ciencias médicas, que se ha sumado considerablemente al progreso social, pero a su vez, promueve la utilización impropia del laboratorio clínico.

El laboratorio no sólo está en estrecha interrelación con el método clínico, sino que lo trasciende, pues es también un componente del método epidemiológico, al tiempo que ocupa un lugar relevante en otros procesos del conocimiento y el desarrollo, como lo son las investigaciones.⁽³⁾

La labor educativa amplia y perseverante con médicos, administrativos y pacientes, puede revertir positivamente el uso indiscriminado de los exámenes de laboratorio y prevenir errores de diagnósticos, lo que conlleva una mejora en la calidad de la atención médica y un ahorro de los recursos médicos al evitar repeticiones innecesarias de las pruebas.⁽⁴⁾

Desarrollo

El objetivo de cualquier procedimiento para el diagnóstico médico es ofrecer resultados con un nivel de seguridad y confiabilidad, que le permitan al médico de asistencia, establecer conclusiones acertadas y tomar las decisiones más apropiadas.⁽⁵⁾

La calidad de los métodos analíticos empleados juega un papel decisivo. Sin embargo, de la confección de la solicitud de análisis, de la preparación del paciente y de los cuidados para la obtención de las muestras, depende también la calidad de los resultados. Estos factores componen lo que se llama fase pre analítica.⁽⁵⁾ La atención que el médico de asistencia y el personal del laboratorio concedan a esta fase, determinará en gran medida, la calidad de los resultados que se van a obtener, porque *ningún resultado puede ser mejor que la muestra de la cual se obtuvo*.

Los componentes que intervienen en el proceso de una prueba diagnóstica fueron descritos desde 1990 por *Lundberg* y otros (“brain-to-brainloop in laboratorytesting”).^(6,7) Describen un ciclo que comienza desde la detección del problema por el médico, hasta la posible solución del mismo a través del resultado de la prueba de laboratorio (Fig. 1).

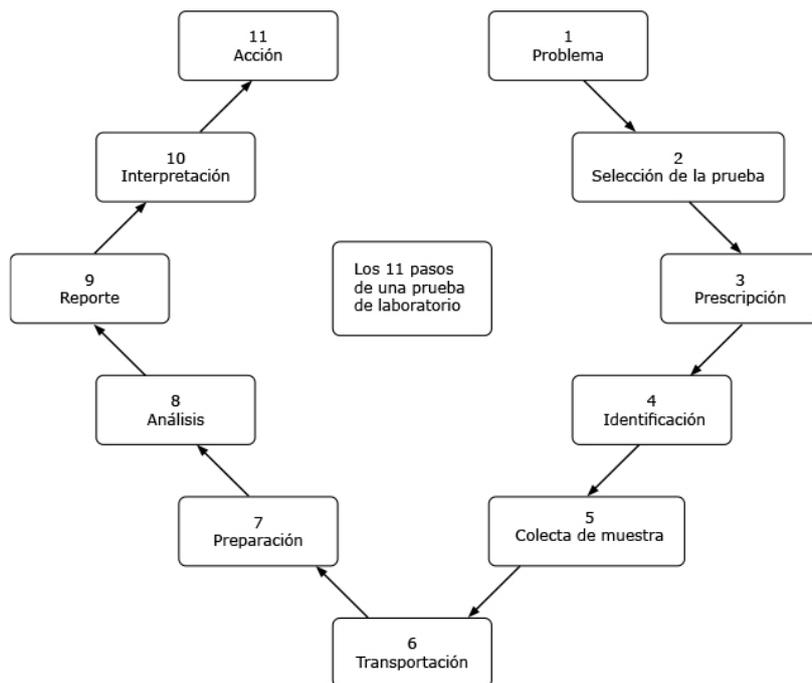


Fig. 1. Proceso de una prueba diagnóstica. (Modificada de G.D. Lundberg, 1990).

Este proceder consta de los siguientes pasos:

- El médico que indica una determinación debe conocer el valor real y las limitaciones de esta para el establecimiento de un diagnóstico o de un pronóstico. (Pasos 1, 2 y 3).
- El personal del laboratorio es el encargado de realizar los procedimientos que corresponden a las pruebas indicadas por el médico de asistencia. (Pasos del 4 al 9).
- Los procedimientos técnicos que se ejecutan sobre el paciente y sus muestras (Pasos del 4 al 8).
- El médico recibe, interpreta y realiza la acción correspondiente según el diagnóstico. (Pasos 10 y 11).
- El paciente, por ser el sujeto del estudio o evaluación estará presente en todo el proceso. (Pasos del 1 al 11).

La correcta realización de una prueba de laboratorio va a depender de factores asociados al paciente y factores asociados al personal de salud, algunos de los mismos pueden ser modificables y otros no. Cuando el médico no ordena la prueba correcta, o no interpreta adecuadamente los resultados del laboratorio, puede ocurrir un error diagnóstico que demore el tratamiento, lo cual disminuye la calidad de la atención y aumenta los costos.^(8,9) Varios reportes indican que más del 70% de errores de Laboratorio ocurren en esta fase.^(10,11) El conocimiento de estos errores es importante ya que puede influir en el cuidado de los pacientes.⁽¹²⁾

Por otra parte, la calidad en la recolección de la muestra y en su conservación, las condiciones de transporte y tratamiento, el tiempo transcurrido entre el momento de la recolección y la realización del análisis, son factores que dependen a menudo del personal del laboratorio.^(13,14)

En cambio, el elemento de la fase preanalítica, que con mayor frecuencia afecta la exactitud de los resultados, y por ende, su utilidad clínica, es la presencia de interferencias en la muestra debidas a factores que dependen del paciente. Susceptibles o no, deben ser controladas por el facultativo que lo atiende, pero que siempre deben ser tenidas en cuenta por este, en el momento de interpretar los resultados.⁽¹⁵⁾

Factores que dependen del paciente

Los factores que pueden influir en los resultados y que dependen del paciente, pueden ser modificables o no por el propio paciente, el médico o el personal del laboratorio. Siempre deben ser tenidos en cuenta por el facultativo que solicita la investigación y por el personal del laboratorio (si se le comunica su existencia).⁽¹⁶⁾

Factores no susceptibles de modificación

Los factores no modificables son: la edad, el sexo, el color de la piel, el embarazo, la fase del ciclo menstrual y las enfermedades pre existentes. Pueden influir de manera importante en la interpretación de los resultados obtenidos. Por ejemplo, la actividad de la fosfatasa alcalina y los valores de las inmunoglobulinas en suero, serán muy distintos en el niño y en el adulto. Los niveles de hemoglobina, hierro sérico y algunas hormonas, difieren en el hombre y la mujer. La anemia por eritrocitos falciformes se observa en individuos de ascendencia negroide. Determinadas enfermedades metabólicas hereditarias, son mucho más frecuentes en los hebreos. Por otra parte, el embarazo y la fase del ciclo menstrual, pueden determinar variaciones importantes en el comportamiento de algunos parámetros.^(17,18)

Factores susceptibles de modificación

Los factores modificables son: el ejercicio físico, la tensión mental, el ayuno, las limitaciones dietéticas, la ingestión de medicamentos y los hábitos tóxicos. El ejercicio físico intenso y la tensión mental, pueden afectar los niveles de muchos componentes de la sangre. La simple flexión excesiva del antebrazo, poco antes de la punción venosa, modifica los valores de potasio, glucosa, proteínas o lactatodeshidrogenasa, mientras que los largos períodos de excesiva tensión mental (estrés), pueden afectar los niveles séricos de glucosa y colesterol, así como favorecen la elevación de cortisol y renina plasmática.^(19,20) El ayuno es imprescindible para la realización de casi todas las pruebas de laboratorio. Las muestras de sangre deben ser tomadas temprano en la mañana, después de un

ayuno de aproximadamente 12 horas. La determinación de los niveles de glicemia, así como de algunas hormonas, se afecta de manera significativa en el caso de una ingestión reciente de alimentos. Además, la presencia de quilomicrones en el suero, determina una turbidez que interfiere con algunas mediciones y afecta el volumen de muestra en el uso de micro muestras de sangre total.^(21,22)

Muchas pruebas específicas requieren determinadas limitaciones dietéticas en los días previos a su realización, mientras que otras, por el contrario, exigen la ingestión de algunos alimentos durante ese tiempo. Por todo ello, es importante asesorarse con el especialista en laboratorio clínico en caso de duda, e informar al paciente de manera adecuada, o a sus familiares, en el caso de niños, ancianos o discapacitados mentales, con la suficiente antelación y asegurarse de que este ha comprendido las instrucciones y de que las cumple.⁽²³⁾

La posición del paciente en el momento de la extracción de sangre puede determinar modificaciones importantes de los resultados. Los valores de algunos parámetros, pueden mostrar diferencias entre muestras obtenidas con el paciente en posición sentada, en decúbito, o al pasar de esta posición a la primera de forma brusca, después de permanecer acostado por un intervalo prolongado.^(24,25)

Por último, algunos procedimientos clínicos; palpación profunda del abdomen o tacto rectal, o diagnósticos como la administración de contrastes por vía intravenosa, o de radionúclidos, pueden también influir en la concentración sérica de determinados analitos.⁽²⁶⁾

Factores que dependen del personal de salud

Las interferencias relacionadas con la actividad del personal de salud (médicos, enfermeras y personal del laboratorio), se deben por lo general, al incumplimiento de las normas de operación.^(27,28,29,30,31,32) Las más frecuentes son:

- Errores en la toma de muestras, identificación y manipulación de estas.
- Errores en la conservación de la muestra y el empleo de un anticoagulante inapropiado, insuficiente o excesivo.
- Demora en el envío de las muestras al laboratorio.
- Preparación incompleta o incorrecta del paciente.
- Hemólisis de las muestras de sangre.
- Recolección incompleta, en el caso de muestras seriadas (prueba de tolerancia a la glucosa).
- Información al laboratorio incompleta, inexacta o ilegible.

Obtención de muestras de sangre

Las muestras de sangre para los análisis que no son urgentes, se obtienen preferiblemente en las primeras horas de la mañana, después de una noche de

ayuno, con el paciente en posición sentada o en decúbito. Este horario debe respetarse, pues los niveles de muchos componentes de la sangre siguen ritmos circadianos. Las hormonas son el ejemplo más fiel, pero no el único. Las hormonas sexuales femeninas, por ejemplo, varían también durante el ciclo menstrual y es imprescindible tener esto en cuenta en el momento de interpretar los resultados.^(16,33)

Obtención de sangre venosa. Causas de error

La punción venosa es la forma más corriente de obtener sangre para análisis. Por lo general se escoge una vena del pliegue del codo, con el brazo del paciente en extensión. Es necesario aplicar un torniquete al brazo, por encima del sitio donde se va a puncionar, para provocar distensión venosa, pero este debe mantenerse el menor tiempo posible, pues puede provocar modificaciones importantes en los valores de algunos parámetros.⁽¹⁶⁾ La piel del sitio escogido para la punción se limpia con etanol al 70 % o isopropanol al 60 % y se deja secar. Se debe evitar palpar de nuevo con el dedo, a menos que se empleen guantes esterilizados.⁽³⁴⁾ Las causas de error más frecuentes al obtener sangre por punción venosa son:^(28-31, 33,34)

- Escoger una extremidad edematosa, fría o colgante.
- Puncionar una vena que ha sido empleada previamente para administrar algún medicamento.
- Tomar la muestra de un catéter o aguja a través de los cuales se está pasando una infusión por venoclisis.
- Colocar el torniquete muy bajo o dejarlo por un tiempo excesivo (más de un minuto).
- Punción muy traumática. Si no logra canalizar la vena al primer intento, quite el torniquete y pruebe en el otro brazo o solicite ayuda de una persona más experimentada.
- Empleo de una aguja de calibre muy pequeño, lo cual provoca hemólisis.
- Formación de espuma, lo cual también favorece la hemólisis.
- Confusión al rotular los tubos. La incorrecta identificación es un grave error que puede ocasionar serios inconvenientes.
- Uso del anticoagulante no apropiado. Proporción inadecuada entre la cantidad de este y la de sangre. Mezcla incorrecta de la sangre y del anticoagulante (demasiado enérgica, provoca hemólisis; mezcla insuficiente, provoca coagulación parcial o total).
- Desviar su atención de la punción, mientras realiza el muestreo o distraer a los que estén realizando esta labor.

Obtención de sangre capilar. Causas de error

La sangre capilar es una mezcla de sangre arterial y venosa. Si se desea una mayor semejanza con la sangre arterial, se puede elevar la temperatura en el sitio

escogido para la punción, sumergiéndolo en agua tibia (a 37 °C) por 3 o 4 minutos, o con cloruro de etilo. En este caso, antes de proceder a la punción, se debe esperar la fase de rubicundez del área, que indica la dilatación de las arteriolas.⁽¹⁶⁾ Los lugares que con más frecuencia se escogen para la toma de este tipo de muestras son la superficie lateral del dedo medio de una mano, o el lóbulo de la oreja. La punción debe ser suficientemente profunda como para que la sangre fluya de manera espontánea, sin necesidad de oprimir el sitio. Se debe desechar la primera gota.⁽¹⁶⁾ Las causas de error más frecuentes al obtener sangre capilar, son:
(33,34)

- Escoger una extremidad edematosa, cianótica, fría o colgante.
- Punción muy superficial, que obliga a presionar mucho el dedo o el talón para obtener la muestra, por lo cual esta se contamina con líquido hístico.
- No descartar la primera gota, pues esta contiene líquido hístico.
- Recogida inadecuada de las muestras en los tubos capilares empleados.

Obtención de sangre arterial. Causas de error

La punción arterial tiene pocas indicaciones en laboratorio clínico. En general, se emplea solo para tomar muestras para la determinación de gases en sangre (hemogasometría), o cuando todos los intentos de obtener sangre venosa han fracasado. Sin embargo, en este último caso, debe tenerse en cuenta que los resultados de algunos parámetros difieren en la sangre venosa y en la arterial.⁽¹⁶⁾

Para la toma de muestras de este tipo en adultos, se emplea por lo general la arteria radial, que se puede localizar con facilidad, por la palpación de su latido, en la muñeca del paciente. También la arteria femoral, sobre todo en los niños, en el triángulo de Scarpa. Con menor frecuencia se punciona la arteria cubital, en el pliegue del codo.⁽¹⁶⁾

Una vez localizada la arteria, sin colocar torniquete, se limpia la zona de la misma forma que para realizar la punción venosa y se introduce la aguja, con el bisel hacia arriba, en un ángulo próximo a los 60 °. La sangre debe fluir de manera espontánea, por efecto de la presión arterial. La causa más frecuente de error, es puncionar una vena profunda y tomar la muestra como si fuera arterial.⁽¹⁶⁾ Otras causas son similares a las mencionadas en el caso de obtención de sangre venosa: escoger una extremidad edematosa, fría o colgante; emplear una aguja de calibre muy pequeño; confusión al rotular los tubos; usar un anticoagulante no apropiado; mala mezcla o inadecuada proporción de la sangre y el anticoagulante en el tubo de recolección.^(28,29,30,31)

Conservación de muestras de sangre con el empleo de anticoagulantes

Para la mayoría de las determinaciones de química clínica se emplea el suero (plasma libre de fibrinógeno), obtenido por el simple procedimiento de dejar

coagular la muestra de forma espontánea, después de depositarla en un tubo seco. En el caso de que se desee obtener plasma, o trabajar con sangre completa (como sucede con las determinaciones hematológicas), es necesario emplear un anticoagulante.⁽¹⁶⁾

Los anticoagulantes más utilizados son la heparina y la sal disódica o dipotásica del ácido etiléndiaminotetraacético (EDTA). Otras sustancias empleadas son el citrato de sodio, el fluoruro de sodio y las mezclas de oxalatos.⁽¹⁶⁾

Existen requisitos cuyo cumplimiento estricto determina la calidad de los resultados que se van a obtener:

- En primer lugar, la selección del anticoagulante debe ser la correcta, pues cada uno de ellos tiene sus indicaciones concretas.
- La mezcla con la sangre debe ser adecuada y la proporción entre la muestra y el anticoagulante debe ser respetada.
- La separación del plasma y las células debe realizarse lo más pronto posible, con el fin de evitar que algunos componentes de estas pasen al plasma y viceversa.
- Si la determinación de los analitos no se va a realizar de inmediato, es necesario guardar el plasma en tubos apropiados (viales de plástico, por ejemplo), rotulados de forma correcta, con un cierre hermético y conservarlos a una temperatura de 4 a 6 °C o menor, si el intervalo hasta la realización de las determinaciones es de varios días. Lo mismo puede decirse para la conservación de las muestras de sueros.⁽³²⁾

Solicitud de los análisis

Con frecuencia se subestima la importancia de la correcta solicitud de los análisis de laboratorio, válido para todas las pruebas de diagnóstico. Por lo general, la solicitud es un modelo que contiene una lista de pruebas, agrupadas de distinta forma, según el laboratorio de que se trate. Sea cual sea el caso, existen normas generales para la confección de la solicitud que deben ser respetadas siempre.^(35,36,37,38,39)

- Escribir con letra clara y legible todos los datos.
- Emplear el modelo adecuado para la solicitud de que se trate.
- Brindar toda la información que se solicita en el modelo, y añadir cualquier dato que, a juicio del facultativo, pueda ser de interés para el laboratorio, sobre todo, si son posibles causas de interferencias.
- Identificar de manera adecuada las solicitudes de análisis realizados a los pacientes portadores o sospechosos de enfermedades que implican riesgo de contagio para el personal que manipula las muestras (SIDA, hepatitis B o C).
- No indicar análisis innecesarios; mucho menos en la categoría de urgencia sin una razón de peso que lo justifique.

- La solicitud de exámenes de laboratorio debe seguir una secuencia lógica. Si esta se altera, se produce un gasto innecesario de recursos, molestias al paciente y se corre el riesgo de cometer errores.

- El paciente tiene derecho a recibir toda la información que solicite sobre su enfermedad. Esto incluye todas las pruebas para el diagnóstico, para la realización de las cuales debe otorgar su pleno consentimiento. No tener en cuenta este factor, además de una falta grave de ética, es una fuente importante de errores. La información incluye, entre otros datos, las razones por las cuales se le indica(n) determinada(s) prueba(s), los beneficios y los riesgos que se derivan de la realización o no de esta(s) y la repercusión de los resultados obtenidos sobre la conducta que se seguirá con posterioridad; además de las instrucciones referentes a la preparación previa y a la recolección de la muestra.⁽⁴⁰⁾

El médico que indica un examen para realizar un diagnóstico, debe tener nociones acerca de la forma en que este se realiza, cómo se obtienen los resultados y las limitaciones del valor de estos para la toma de decisiones.^(41,42,43,44,45) Este conocimiento y una correcta comunicación, son factores claves para llevar a cabo la fase preanalítica de manera adecuada.^(46,47,48)

Conclusiones

La estandarización y monitoreo de la fase pre analítica es fundamental y está asociada con la mejor eficiencia de los laboratorios. Trae aparejado una reducción de los costos operacionales al evitar rechazos de muestras y re-ensayos. Es de vital importancia trabajar en el mejoramiento de dicha etapa para garantizar una mejor eficiencia y calidad de los resultados del laboratorio, los cuales inciden directamente en el manejo del paciente.

Referencias bibliográficas

1. Izaguirre Ascargorta M; Fernández Landázuri S; Mugueta Uriaque C; Martínez Espartosa D; González Hernández Á. Evaluación y comparación de métodos. En: González Hernández A. Principios de bioquímica clínica y patología molecular. 3.^a edición, España: Elsevier 2019. Cap. 4; pp 33-39.
2. Manso Guadarrama LL; Moré Chang CX; Pérez de Alejo Rodríguez L. Constancia en la labor educativa del método clínico vs la utilización del laboratorio clínico. EDUMECENTRO. 2015[acceso:7/8/2020];7(4):235-40. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742015000400018&nrm=iso

3. Hernández Betancourt Jenny de la C, Serrano Barrera OR. Consideraciones sobre la integración del laboratorio al método clínico. Medisur. 2016[acceso:7/8/2020];14(5):600-4. Disponible en: <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/3199/2142>
4. Trimiño Galindo L, Padrón Ramos MJ, Guardarrama Linares L, García Cuervo D, Rubiera García JM. Método clínico vs laboratorio clínico. Rev Med Electrón. 2011[acceso:5/11/2020];33(6):795-806. Disponible en: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202011/vol6%202011/tema14.htm>
5. Schultze AE, Irizarry AR. Recognizing and reducing analytical errors and sources of variation in clinical pathology data in safety assessment studies. Toxicol Pathol. 2017[acceso:7/8/2020];45(2):281-7. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0192623316672945>
6. Lundberg GD. Acting on significant laboratory results. JAMA. 1981;245(17):1762-3. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.1981.03310420052033>
7. Plebani M, Lippi G. Closing the brain-to-brain loop in laboratory testing. Clin Chem Lab Med. 2011[acceso:5/10/2020];49(7):1131-3. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/51209976>
8. Carberry AR, Hanson K, Flannery A, Fischer M, Gehlbach J, Diamond C, et al. Diagnostic error in pediatric cancer. Clin Pediatr (Phila). 2018; [acceso:7/8/2020];57:11-8. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0009922816687325>
9. Laposata M, Cohen MB. It's our turn: implications for pathology from the institute of medicine's report on diagnostic error. Arch Pathol Lab Med. 2016[acceso:20/11/2020];140(6):505-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26756648/>
10. Lippi G, Banfi G, Buttarello M, Ceriotti F, Daves M, Dolci A, et al. Recommendations for detection and management of unsuitable samples in clinical laboratories. Clin Chem Lab Med. 2007[acceso:20/11/2020];45(6):728-36. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/6256773>
11. Lippi G, Chance JJ, Church S, Dazzi P, Fontana R, Giavarina D, et al. Preanalytical quality improvement: from dream to reality. Clin Chem Lab Med. 2011[acceso:5/10/2020];49(7):1113-26. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/51074691>
12. Narayanan S, Guder WG. Preanalytical variables and their influence on the quality of laboratory results. eJIFCC 2017[acceso:7/8/2020];13(1):9-12. Disponible en: <http://www.ifcc.org/ejifcc/vol13no1/1301200107.htm>

13. Lippi G, Banfi G, Church S, Cornes M, De Carli G, Grankvist K, et al. Preanalytical quality improvement. In pursuit of harmony, on behalf of European Federation for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM). Working group for Preanalytical Phase (WG-PRE). Clin Chem Lab Med 2015[acceso:7/8/2020];53(3):357-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25490032/>
14. Lippi G. Governance of preanalytical variability: travelling the right path to the bright side of the moon? Clin Chim Acta 2009[acceso:7/8/2020];404(1):32-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19302993/>
15. Simundic AM. Preanalytical phase - an updated review of the current evidence. Biochem Med (Zagreb). 2014;24:6. DOI: <http://dx.doi.org/10.11613/BM.2014.005>
16. Haverstick DM, Grosbach A. Specimen collection, Processing and Other Preanalytical Variables. In: Burtis CA, Brunis DE, eds. Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics. USA, St. Louis: Elsevier, 2016. pp 72-88.
17. Kiechle FL, Ed. So you're going to collect a blood specimen: an introduction to phlebotomy. 14th ed. Northfield, Ill: College of American Pathologists, 2013. pp 12-48.
18. Robb J A; Bry L; Sluss PM; Wagar EA; Kennedy MF. College of American Pathologists Diagnostic Intelligence and Health Information Technology Biorepository Working Group. A Call to Standardize Preanalytic Data Elements for Biospecimens, Part II Arch Pathol Lab Med. 2015;139(9):1125-8. DOI: <https://doi.org/10.5858/arpa.2014-0572-CP>
19. Kackov S, Simundic AM, Gatti Drnic A. Are patients well informed about the fasting requirements for laboratory blood testing? Biochem Med (Zagreb) 2013;23(3):326-31. DOI: <https://doi.org/10.11613/BM.2013.040>
20. Lima Oliveira G, Volanski W, Lippi G, Picheth G, Guidi GC. Preanalytical phase management: a review of the procedures from patient preparation to laboratory analysis. Scand J Clin Lab Invest 2017;77(3):153-63. DOI: <https://doi.org/10.1080/00365513.2017.1295317>
21. Cornes MP, Church S, van Dongen Lases E, Grankvist K, Guimarães JT, Ibarz M, et al. Working Group for Preanalytical Phase (WG-PRE) and European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM). The role of European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine Working Group for Preanalytical Phase in standardization and harmonization of the preanalytical phase in Europe. Ann Clin Biochem 2016;53(5):539-47. DOI: <https://doi.org/10.1177/0004563216643969>
22. Lippi G, Banfi G, Church S, Cornes M, De Carli G, Grankvist K, et al. Preanalytical quality improvement. In pursuit of harmony, on behalf of the

European Federation for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Working Group for Preanalytical Phase (WG-PRE). Clin Chem Lab Med. 2015[acceso:23/11/2020];53:357-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25490032/>

23. Benozzi SF, Unger G, Pennacchiotti GL. Fase preanalítica en un laboratorio clínico de Argentina. ¿Cómo se instruye a los pacientes para sus análisis de sangre? Revista Electrónica de Ciencias de Laboratorio Clínico para Latinoamérica, España y Portugal. Diagnóstico in vitro. 2017[acceso:20/11/2020];5(6):39-46. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/317358931>

24. Lippi G, Salvagno GL, Lima-Oliveira G, Brocco G, Danese E, Guidi GC. Postural change during venous blood collection is a major source of bias in clinical chemistry testing. Clin Chim Acta. 2015;440:164-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cca.2014.11.024>

25. Lippi G, Salvagno GL, Lima Oliveira G, Danese E, Favaloro EJ, Guidi GC. Influence of posture on routine hemostasis testing. Blood Coagul Fibrinolysis 2015;26(6):716-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/MBC.0000000000000326>

26. World Health Organization (WHO) guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy: WHO Press. 2010[acceso:23/11/2020]:125. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44294>

27. Nikolac N, Simundic AM, Kackov S, Serdar T, Dorotic A, Fumic K, et al. The quality and scope of information provided by medical laboratories to patients before laboratory testing: Survey of the Working Group for Patient Preparation of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. Clin Chim Acta. 2015;450:104-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cca.2015.08.001>

28. Nikolac N, Simundic AM, Ichimura M, Sasaki S, Mori M, Ogino T. Tapping but not massage enhances vasodilation and improves venous palpation of cutaneous veins. Acta Med Okayama. 2015;69(2):79-85. DOI: <https://doi.org/10.18926/AMO/53336>

29. Lima Oliveira G, Lippi G, Salvagno GL, Montagnana M, Manguera CL, Sumita NM, et al. New ways to deal with known preanalytical issues: use of transilluminator instead of tourniquet for easing vein access and eliminating stasis on clinical biochemistry. Biochem Med (Zagreb). 2011;21(2):152-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.11613/BM.2011.024>

30. Nikolac N, Supak Smolcic V, Simundic AM, Celap I, Croatian Society of Medical B, Laboratory M. Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine: national recommendations for venous blood sampling. Biochem Med (Zagreb). 2013;23(3):242-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.11613/BM.2013.031>

31. Simundic AM, Church S, Cornes MP, Grankvist K, Lippi G, Nybo M, et al. Compliance of blood sampling procedures with the CLSI H3-A6 guidelines: An

observational study by the European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM). Working group for the preanalytical phase (WG-PRE). Clin Chem Lab Med. 2015;53:1321-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/cclm-2014-1053>

32. Alcaraz Quiles J, Rico Santana N, Bedini Chesa JL. Estabilidad de 27 magnitudes bioquímicas en muestras de suero conservadas en refrigeración. Rev Lab Clin. 2014;7(1):9-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.labcli.2014.02.003>

33. Ialongo C, Bernardini S. Phlebotomy, a bridge between laboratory and patient. Biochem Med (Zagreb). 2016;26(1):17-33. DOI: <https://doi.org/10.11613/BM.2016.002>

34. Ialongo C, Bernardini S. Preanalytical investigations of phlebotomy: methodological aspects, pitfalls and recommendations. Biochem Med (Zagreb). 2017;27(1):177-91. DOI: <https://doi.org/10.11613/BM.2017.020>

35. Lippi G, Baird GS, Banfi G, Bölenius K, Cadamuro J, Church S, et al. Improving quality in the preanalytical phase through innovation, on behalf of the European Federation for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Working Group for Preanalytical Phase (WG-PRE). Clin Chem Lab Med. 2017;55(4):489-500. DOI: <https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0107>

36. Ferraro S, Braga F, Panteghini M. Laboratory medicine in the new healthcare environment. Clin Chem Lab Med. 2016;54(4):523-33. DOI: <https://doi.org/10.1515/cclm-2015-0803>

37. Orth M, Averina M, Chatzipanagiotou S, Faure G, Haushofer A, Kusec V, et al. Opinion: redefining the role of the physician in laboratory medicine in the context of emerging technologies, personalised medicine and patient autonomy ('4P medicine'). J Clin Pathol. 2019;72:191-7. DOI: <https://doi.org/10.1136/jclinpath-2017-204734>

38. American Association for Clinical Chemistry (AACC). Lab Tests Online. [acceso:7/8/2020]. Disponible en: <https://labtestsonline.org/>. <https://www.aacc.org/advocacy-and-outreach/lab-tests-online>

39. Pérez JAC, Argente R. Gestión de laboratorios. In: José Luis TM, Mercedes Mengíbar T. eds. Gestión hospitalaria. McGraw-Hill. 2020[acceso:7/8/2020];30. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1492§ionid=98858383>

40. Killeen AA, Anthony A. Laboratorio clínico en la atención médica moderna. Capítulo 480e In: Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J, Loscalzo J, et al. Eds. Principios de Medicina Interna, McGraw-Hill; 2020[acceso:7/8/2020]:480e. Disponible en:

<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1717§ionid=114944602>

41. Carmona EE. Los exámenes de Laboratorio Clínico en el siglo XXI: ¿a favor o en contra del método clínico? Gaceta Médica Espirituana. 2017[acceso:7/8/2020];12(3):2010. Disponible en: <http://revgmespirituana.sld.cu/index.php/gme/article/view/1546>
42. Moreno Rodríguez MA. ¿Análisis Complementarios vs. Método Clínico? Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2014;13(5):650-6. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revhabciemed/hcm-2014/hcm145a.pdf>
43. Harvey Y. Abnormal full blood count in the asymptomatic patient. Common sense pathology. Clin Biochem. 2019[acceso:23/11/2020];1(12):16. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/345859531>
44. Plebani M. Towards a new paradigm in laboratory medicine: the five rights. Clin Chem Lab Med. 2016;4:1881-91. DOI: <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0848>
- 45 Masood, A and Karim, MI. The Clinical Approach on Receipt of an Unexpected Laboratory Test Result. International Journal of General Medicine. 2020;13:969-76. DOI: <http://doi.org/10.2147/IJGM.S269299>
46. Mrazek C; Lippi M; Keppel MH; Felder TK; Oberkofler H; Haschke Becher E; Cadamuro J. Errors within the total laboratory testing process, from test selection to medical decision-making. A review of causes, consequences, surveillance and solutions. 2020;30(2):020502. DOI: <https://doi.org/10.11613/BM.2020.020502>
47. Sonmez C, Yıldız U, Akkaya N, Taneli F. Cureus. Preanalytical Phase Errors: Experience of a Central Laboratory. 2020;12(3):e7335. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.7335>
48. Cornes M, van Dongen Lases E, Grankvist K, Ibarz M, Kristensen G, Lippi G, et al. Working Group for Preanalytical Phase (WG-PRE). Order of blood draw: Opinion Paper by the European Federation for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM). Clin Chem Lab Med. 2017;55(1):27-31. DOI: <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0426>

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

María Elena Suardíaz Espinosa: Búsqueda de información y redacción.

Juana Aguirre Guillot: Búsqueda de información y redacción.

Quirina Garciarena Peñate: Búsqueda de información y redacción.

Celia Ángela Alonso Rodríguez: Redacción, edición y revisión final.