



## Sistemas de ayuda a la decisión clínica: un paso adelante en la Medicina de Laboratorio

### *Clinical decision support systems: a step forward in Laboratory Medicine*

En los últimos años se ha producido un desarrollo exponencial de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). El impacto en salud ha sido claro y todos los registros sanitarios están digitalizándose (1). El Laboratorio Clínico (LC) parte de una situación óptima, puesto que ha integrado las TIC en sus flujos de trabajo desde hace años. La inclusión del código de barras, la computarización de los datos, los *middlewares* o los Sistemas de Información de Laboratorio (SIL) son claros ejemplos. Además de disponer de gran cantidad de registros históricos, esta información es de gran calidad, porque toda la información es estructurada. Estos aspectos nos sitúan, de lejos, en una posición aventajada en el mundo sanitario (2).

Desde que Lundberg describiera el ciclo total del LC (3), los esfuerzos principales han ido enfocados a mejorar las fases preanalítica, analítica y postanalítica. Hoy en día, la tecnología, los procesos y la alta capacidad de los profesionales permiten procesar una gran cantidad de muestras con una alta calidad y en tiempos cada vez más reducidos. Sin embargo, otras fases del ciclo del laboratorio, como la gestión de demanda (GD) y la gestión de resultado (GR), no han mejorado en la misma sintonía; y siguen siendo las fases en las que más errores se producen, pese a ser las que más impacto generan en los pacientes (4).

Existen distintas barreras para actuar sobre estas fases. Primero, necesidad de tiempo del personal facultativo, dedicado en gran medida a la validación y a la resolución de problemas del día a día. En segundo lugar, la dificultad de acceso a la información importante. La información hoy en día es accesible, ya que está digitalizada, pero su acceso es costoso en tiempo e interpretación. Finalmente, la falta de un modelo de laboratorio

que permita poner el foco en estas fases para impulsar cambios internos y externos que impliquen a otros servicios.

En los últimos años el modelo de Medicina de Laboratorio (ML) ha evolucionado significativamente, partiendo del modelo de "laboratorio tradicional" al de "laboratorio tecnológico", centrado en la tecnología y con acciones enfocadas en reducir el exceso de demanda a través de indicadores de proceso, como el número de pruebas y su coste. Un paso más adelante se sitúa el modelo de "laboratorio líder" descrito por Salinas y cols. (5), orientado a las etapas de GD y GR. En este enfoque, el LC no solo participa en la decisión clínica, sino que también la lidera: complementa los valores tradicionales de conocimiento y comunicación, con el liderazgo y la imaginación creativa, y monitoriza su actividad utilizando indicadores de resultados, como el número de nuevos pacientes diagnosticados, monitorizados o tratados (6).

Por otro lado, las TIC están proporcionando nuevas herramientas que pueden ayudar al LC a superar el resto de barreras. Los sistemas de ayuda a la decisión clínica (CDSS) se definen como cualquier herramienta que ayuda en la toma de decisiones clínicas (7,8). Su funcionamiento está basado en la capacidad de conexión a distintas bases de datos (BD), en la selección de información pertinente, la estructuración en un mismo formato, la interrelación y, si cumplen determinadas condiciones, en la generación de diversos tipos de acciones. Estas acciones proporcionan el soporte para la toma de decisiones clínicas. Aunque este tipo de herramientas se han utilizado exitosamente en Servicios de Urgencias o de Críticos, en ML se han limitado al sistema de petición electrónica (CPOE) (9).

La implementación de un CDSS requiere de una serie de etapas bien definidas. El primer proceso clave es la identificación de la información relevante: información del laboratorio, que se obtiene del SIL y del CPOE, de los datos de peticiones, de los resultados y de los datos históricos; información administrativa, que señalan datos relativos al área de salud a la que pertenece el paciente o a su médico asignado, y finalmente podemos identificar la información clínica del paciente, como la historia clínica electrónica (EMR), de la que podemos obtener información estructurada, como constantes vitales, escalas, medicación y diagnósticos. La integración con documentación clínica también permite seleccionar información sobre diagnósticos y procedimientos codificados de alta calidad de todos los pacientes que son hospitalizados.

El segundo proceso clave es la definición del evento en el que el CDSS va a consultar esa información, ya que va a condicionarnos cuándo podemos actuar. El momento en el que el clínico inicia una solicitud en el CPOE o se activa en el laboratorio son momentos claves, pero también cada vez que se genera cualquier nuevo resultado. Es importante que el proceso de consultar esta información sea ágil, puesto que estos sistemas no almacenan la información por política de protección de datos, sino que cada evento consulta de nuevo toda la información.

El tercer punto importante es la estructuración de la información. CDSS puede definir muchos tipos variables a partir de los datos que consulta. Este punto dependerá de cómo queramos utilizar la información. Algunos ejemplos pueden ser: agrupar códigos diagnósticos o definir puntos de corte en variables numéricas, como datos de laboratorio o constantes vitales.

El cuarto punto es la capacidad de generar reglas o condiciones en cada caso. Se trata de asociar toda la información disponible para confirmar o descartar si se cumplen o no las hipótesis planteadas. Estos sistemas son muy versátiles en la construcción de reglas porque han sido diseñados con ese propósito y su catálogo de condiciones y sintaxis es muy superior al de cualquier SIL.

El último punto fundamental son las acciones que va a generar. Deben de estar enfocadas a la ayuda de la toma de decisión interna o externa y dependerán del nivel de integración de cada sistema. Pueden enfocarse a la gestión de pruebas, como pueda ser añadir, quitar, retener o validar pruebas, a los comentarios al informe de resultados o al personal del LC o al envío de avisos al móvil o al correo electrónico; incluso integrase con las EMR para incluir avisos, diagnósticos o solicitar exploraciones complementarias (2). Finalmente, el CDSS puede integrarse con herramientas desarrolladas con inteligencia artificial (IA) para poder incluirlas en los flujos de trabajo asistenciales.

La evidencia actual sugiere que en un futuro no muy lejano podremos contar con algoritmos de IA a tiempo real que analicen multitud de variables para predecir determinadas patologías. Estar armado con estas herramientas en el lugar donde más y mejores datos hay en el ámbito sanitario es sin duda posicionarnos en un lugar privilegiado.

La adopción de CDSS puede mejorar y hacer más robustos los procesos internos del LC, liberando tiempo del personal en muchas de las tareas habituales, a la vez que sistematizamos acciones de forma más rápida. Algunos ejemplos pueden ser la implementación de algoritmos que puedan detectar errores en la integridad de las muestras o en los procesos de extracción, proponer repeticiones o ampliaciones de pruebas, comunicar al personal de forma interna tareas o comprobaciones a realizar, aplicar criterios de validación facultativa en los resultados obtenidos contrastando con el diagnóstico del paciente o comunicar resultados críticos al clínico a través de un mensaje en su teléfono móvil corporativo.

En la GD se abre una vía ilimitada, puesto que en el momento en el que el clínico entra en el módulo del CPOE estos sistemas son conocedores de todo su historial clínico y analítico, por lo que en cuestión de décimas de segundo es capaz de proponer nuevos estudios o sugerir la poca utilidad de otros. Es inabarcable para el clínico solicitante el análisis de tanta información en tan poco tiempo y esto proporciona un apoyo inestimable a la solicitud.

La GR implica una decisión clínica (10). Los CDSS nos ayudan a entender el contexto del paciente y la probabilidad pretest, analizando factores de riesgo, procedimientos previos, constantes vitales, medicación o sintomatología actual. A partir de aquí, la programación de los algoritmos puede orientar en la probabilidad de diagnosticar una enfermedad, como puede ser la insuficiencia cardíaca, y así indicar al médico un posible cambio significativo en la monitorización de un valor de NT-ProBNP que sugiera al clínico una modificación del tratamiento (11). Pero estos sistemas también son capaces de aunar resultados analíticos y clínicos para el cálculo de escalas de pronóstico, como Ranson o SIRS en la pancreatitis o el SOFA en la sepsis, para guiar al paciente y al clínico en la ruta asistencial más adecuada (12,13).

El abordaje del crecimiento exponencial del conocimiento clínico y la disponibilidad masiva de datos se plantean como retos para los clínicos debido a que el tiempo es limitado, pero también son oportunidades. Nunca ha sido tan importante la necesidad de la ML de contribuir a las decisiones clínicas. Existe mucha diferencia entre lo que se aporta y lo que podríamos ser capaces de aportar, por lo que tenemos delante

una oportunidad única de reestructurar la ML y reposicionarnos como agentes activos dentro del proceso asistencial (14). Para ello contamos con la experiencia en el uso de TIC, buenas BD y herramientas como los CDSS, que van a permitirnos dar un paso adelante para la mejora de la asistencia del paciente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cadamuro J. Rise of the machines: The inevitable evolution of medicine and medical laboratories intertwining with artificial intelligence-a narrative review. *Diagnostics (Basel)* 2021;11(8):1399. DOI: 10.3390/diagnostics11081399
2. Hughes AEO, Jackups R. Clinical Decision Support for Laboratory Testing. *Clin Chem* 2022;68(3):402-12. DOI: 10.1093/clinchem/hvab201
3. Lundberg GD. Acting on Significant Laboratory Results. *JAMA* 1981;245(17):1762. DOI: 10.1001/jama.1981.03310420052033
4. Stroobants AK, Goldschmidt HMJ, Plebani M. Error budget calculations in laboratory medicine: linking the concepts of biological variation and allowable medical errors. *Clinica Chimica Acta* 2003;333(2):169-76. DOI: 10.1016/S0009-8981(03)00181-5
5. Salinas M, López-Garrigós M, Flores E, Martín E, Leiva-Salinas C. The clinical laboratory: a decision maker hub. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)* 2021;59(10):1634-41. DOI: 10.1515/cclm-2021-0421
6. Salinas LaCasta M. Towards a leader laboratory. *Revista de Medicina de Laboratorio* 2021;47(3):381-2. DOI: 10.20960/revmedlab.00078
7. Beeler PE, Bates DW, Hug BL. Clinical decision support systems. *Swiss Med Wkly* 2014;144:w14073. DOI: 10.4414/sm.w.2014.14073
8. Osheroff J, Teich J, Levick D, Saldana L, Velasco F, Sittig D, et al. *Improving Outcomes with Clinical Decision Support*. New York: HIMSS Publishing; 2012.
9. Noorbakhsh-Sabet N, Zand R, Zhang Y, Abedi V. Artificial Intelligence Transforms the Future of Health Care. *Am J Med* 2019;132(7):795-801.
10. Salinas M, Flores E, López-Garrigós M, Leiva-Salinas C. Vitamin B12 deficiency and clinical laboratory: Lessons revisited and clarified in seven questions. *Int J Lab Hematol* 2018;40.
11. Mueller C, McDonald K, de Boer RA, Maisel A, Cleland JG, Kozhuharov N, et al. *Eur J Heart Fail* 2019;21:715-31. DOI: 10.1002/ehf.1494
12. Vincent JL, de Mendonca A, Cantraine F, Moreno R, Takala J, Suter PM, et al. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units. *Crit Care Med* 1998;26(11):1793-800.
13. Banks PA, Bollen TL, Dervenis C, Gooszen HG, Johnson CD, Sarr MG, et al. Classification of acute pancreatitis - 2012: Revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus. *Gut* 2013;62(1):102-11.
14. Cadamuro J. Disruption vs. evolution in laboratory medicine. Current challenges and possible strategies, making laboratories and the laboratory specialist profession fit for the future. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)* 2022;0(0).

---

*Conflicto de interés: el autor declara no tener conflicto de interés.*

**Emilio Flores Pardo**

Laboratorio de Análisis Clínicos.  
Hospital Universitario de San Juan. San Juan de Alicante,  
Alicante. Departamento de Medicina Clínica.  
Universidad Miguel Hernández. Elche, Alicante