

# Conceptos básicos en la utilización del laboratorio clínico en la práctica médica

*Germán Campuzano Maya, MD*

Médico especialista en Hematología y Patología Clínica, director del Laboratorio Clínico Hematológico S.A., Medellín, Colombia.

*La mayoría de las sombras en nuestro camino se deben a que nos interponemos en la dirección de nuestra propia luz. (Emerson)*

El laboratorio clínico ha pasado de ser una simple ayuda de diagnóstico a tener un papel indispensable en el tratamiento de un sinnúmero de enfermedades, con tendencia a la mayor utilización cada día. Desde hace varios decenios, el número de pruebas de laboratorio crece a un ritmo por encima del 15% y, en los últimos años, este incremento tiende a ser mayor, significativamente superior al crecimiento de las camas hospitalarias, el número de pacientes atendidos y el personal de salud relacionado con la atención de estos pacientes.

Las pruebas de laboratorio solicitadas al paciente de medicina interna oscilan entre 2 y 241, con una media de 42; y en unidad de cuidados intensivos oscila entre 10 y 650, con una media de 125. Hoy son pocas las enfermedades que no están relacionadas con las pruebas de laboratorio o ayudas de diagnóstico como radiología, ecografía o anatomía patológica.

Como consecuencia de estos avances se han presentado cambios importantes en la actividad del laboratorio clínico, entre los cuales sobresalen los siguientes hechos:

1. Los médicos no sólo ordenan y manejan más pruebas, sino que requieren resultados más oportunos —al menos en el mismo día— y bajo estrictos parámetros de calidad.
2. El uso desbordado e inadecuado de las ayudas de diagnóstico genera costos astronómicos y, en gran parte, innecesarios a las instituciones prestadoras de salud y a los pacientes.
3. Se ha presentado un aumento de la necesidad de revisar el paradigma del laboratorio clínico, concebido como un hacedor de exámenes, y llevarlo al laboratorio clínico integrado al proceso del diagnóstico y tratamiento de la mayoría de las enfermedades.

En la **tabla 1** se resumen las diferencias entre el laboratorio clínico convencional y el laboratorio clínico actual, visto desde la concepción de la patología clínica o medicina de laboratorio como una especialidad médica.

## El laboratorio en el contexto clínico

Tradicionalmente el diagnóstico clínico se ha basado en la epidemiología, así como en los síntomas y signos que llevan al médico a establecer una presunción de diagnóstico. La incorporación de las ayudas de diagnóstico, en general, y del laboratorio clínico, en particular, permite prolongar las bases para un acertado diagnóstico más allá de la historia

clínica, al incluir hallazgos bioquímicos y metabólicos como parte integral de la misma, pues estos hallazgos son unos verdaderos signos clínicos (véase **figura 1**).

### **Factores que han contribuido al avance del laboratorio clínico**

El laboratorio clínico no ha sido ajeno a la evolución tecnológica y al desarrollo de la medicina. Como ya se expresó, la participación del laboratorio clínico en el contexto médico supera con creces el crecimiento de las otras actividades relacionadas como camas hospitalarias, número de pacientes atendidos y personal de salud, además de la prestación de los servicios de salud. Son múltiples los factores que han contribuido a este cambio. En la **tabla 2** se resumen los factores más importantes que han elevado la utilización del laboratorio clínico en la práctica médica. Serán analizados con mayor detenimiento los factores más importantes.

#### ***1. Aumento de las pruebas de rutina***

La gran diversidad de pruebas de rutina se presenta como resultado del avance tecnológico. El laboratorio clínico provee al médico cerca de 3.000 pruebas que le permiten aproximarse con mayor certeza al diagnóstico y clasificación del paciente, como punto de partida que lo lleva a tener mayor efectividad terapéutica, razón de ser del acto médico. Del conocimiento y la correcta utilización de estas pruebas depende la verdadera utilidad clínica del laboratorio en particular, y de las ayudas de diagnóstico en general. El médico debe estar en condiciones de ordenar, interpretar y aplicar el mayor número de pruebas disponibles dentro de un determinado contexto clínico.

#### ***2. Aumento en las pruebas de utilidad clínica***

El mejor conocimiento de las enfermedades y el desarrollo tecnológico, cada vez más sofisticado, proveen al clínico un número cada vez mayor de nuevas pruebas de verdadera utilidad clínica, que le permiten hacer un diagnóstico más acertado, establecer más científicamente y más cercano a la realidad el pronóstico, y evaluar el tratamiento y las secuelas del mismo y de la enfermedad a mediano y largo plazo.

Como ya se ha expresado, el laboratorio clínico pone a disposición del médico más de 3.000 pruebas de utilidad clínica que le permiten documentar la mayoría de las enfermedades que se deben identificar y tratar.

#### ***3. Aumento de enfermedades que se diagnostican o se definen por pruebas de laboratorio***

Con el desarrollo tecnológico y el conocimiento científico, hoy es posible identificar sustancias en sangre, líquidos o tejidos íntimamente relacionadas con las enfermedades, definiendo de esta manera la enfermedad por sus expresiones; por ejemplo, los marcadores tumorales y un número cada vez mayor de indicadores de enfermedades metabólicas.

#### ***4. El desarrollo de monitoreo terapéutico de drogas y la toxicología clínica***

Un número importante de medicamentos tienen un rango terapéutico muy estrecho, en donde la subdosis no logra el efecto deseado y la sobredosis pone en riesgo la vida del paciente. La tecnología que permite monitorear los niveles de medicamentos en sangre le facilita al médico la definición de la dosis óptima para cada paciente.

En la **tabla 3** se resumen los medicamentos que deben ser controlados por laboratorio si se quiere lograr un verdadero efecto terapéutico sin mayor riesgo para el paciente.

La importancia del monitoreo terapéutico de medicamentos ha cobrado tanta importancia hoy día, que en la actualidad es preferible no administrar la medicación si ésta no se puede controlar adecuadamente.

#### ***5. El desarrollo de pruebas por razones médico-legales***

Aquí se incluye la mayor utilización del laboratorio clínico como herramienta para no caer en faltas de mala práctica; por ejemplo, someter a una mujer gestante a una dosis innecesaria de radiación, cuando no se sabe que está embarazada. Para estos casos se recomienda que toda mujer en edad gestante, con vida sexual activa, y que deba ser estudiada radiológicamente o se requiera administrar sustancias isotópicas, se le debe hacer una prueba de embarazo antes de los estudios previamente citados.

También ha tomado importancia el laboratorio clínico, particularmente con la incorporación de la biología molecular a su práctica, en la definición de problemas de identificación en procesos jurídicos.

#### ***6. El rechazo de los médicos a dejar las pruebas obsoletas***

Por la idiosincrasia del médico y la falta de programas de educación continua, aún se solicitan las pruebas que fueron las indicadas en un determinado momento, pero que fueron reemplazadas por otras con mayor sensibilidad y especificidad, en un constante cambio. Como ejemplo de esta situación, en la **figura 2** se muestra la evolución del laboratorio clínico en el diagnóstico del infarto agudo del miocardio.

Si el médico no introyecta la dinámica del cambio continuo y permanente, y no tiene la disciplina del estudio que le permita mantener actualizado el conocimiento, es posible que las pruebas continúen solicitándose al laboratorio clínico años después que éstas sean sustituidas por otras de mejor sensibilidad y especificidad.

La comunidad científica conoce otros ejemplos de esta situación, como el tiempo de coagulación y las células LE, que fueron sustituidas por el tiempo de tromboplastina parcial y los estudios serológicos relacionados con los cuerpos antinucleares respectivamente; sin embargo, un buen número de médicos continúan solicitando al laboratorio este tipo de pruebas, aun en los países desarrollados.

### **7. La gran importancia que le dan los médicos jóvenes a las pruebas de laboratorio**

Las publicaciones médicas están repletas de hallazgos de laboratorio y nuevas pruebas, potencialmente utilizables en la práctica clínica; la evolución natural de éstas frente a la aplicación posterior se modifica con otros trabajos que le ponen en su justo lugar. De las múltiples alteraciones que la literatura médica publica, sólo unas pocas pasan las pruebas clínicas y representan una verdadera oportunidad como ayuda de diagnóstico. Por otra parte, de las variadas modificaciones que pueden ser detectadas a través del laboratorio, sólo un millar de pruebas son de verdadera utilidad clínica, las cuales el médico debería conocer y mantener actualizadas.

### **8. El aumento de las enfermedades que deben ser manejadas por medio del laboratorio**

El mejor conocimiento de un importante número de enfermedades y el desarrollo tecnológico explica la aparición de nuevas pruebas de utilidad en el manejo integral de estas enfermedades. Esta situación en particular se aplica al uso de los marcadores tumorales en pacientes con cáncer, la mayor disponibilidad de pruebas en endocrinología —incluyendo las pruebas funcionales—, y la amplia gama de nuevas pruebas en inmunología y hematología, sólo para poner algunos ejemplos.

Como se ha expresado anteriormente, la buena utilización del laboratorio como herramienta semiológica depende de la actualización continua del médico en particular, y del sistema de salud en general.

### **9. El aumento de nuevas pruebas para aclarar resultados anormales en las pruebas de tamización**

En parte, por lo descrito en el numeral anterior, el laboratorio clínico, como una de las áreas más dinámicas y cambiantes de la medicina, avanza con nuevas pruebas que realmente corresponden a modificaciones con mayor especificidad y sensibilidad que las que las han precedido.

Un buen ejemplo de este tipo de pruebas son aquellas que se derivan de la serología (Elisa) para VIH; en caso de ser positiva se debe hacer una prueba de *Western-blot*, prueba para VIH de alta especificidad, para confirmarla; si se reconfirma se continúa con el estudio de la subpoblación de linfocitos T y la carga viral. En algunos de estos casos es necesario hacer caracterización del tipo de virus (genotipificación) y mediciones *in vitro* frente a los antirretrovirales.

### **10. Curiosidad —one-upmanship— "descrestador"**

Esta situación es particularmente frecuente en medios académicos, en donde se desencadena una *pseudocompetencia* científica, especialmente en el grupo de residentes. Controlar esta situación está en manos de los docentes.

### ***11. La opinión de que ciertas pruebas son indispensables para gozar de buena salud***

Es frecuente que el paciente presione al médico para ordenar estudios, que a su criterio son garantía de buena salud. Es frecuente, y hoy más, que los medios de comunicación hagan difusión exagerada de algunas pruebas, y que el médico, por múltiples circunstancias, entre las cuales la desinformación tiene un papel importante, ceda a las pretensiones *pseudocientíficas* del paciente.

### ***12. La medicina a la defensiva***

#### **Áreas en las cuales el laboratorio clínico tiene aplicación médica**

Como se ha expresado, son diversas las circunstancias por las cuales el médico solicita pruebas al laboratorio clínico o ayudas de diagnóstico, muy similar a cuando se solicita apoyo de otros especialistas.

La solicitud de ayudas de diagnóstico, en general, y de laboratorio, en particular, deben hacerse en el contexto de una interconsulta médica. En la **tabla 4** se resumen los principales motivos por los cuales el médico solicita pruebas al laboratorio clínico.

#### **Detectar enfermedad oculta**

El papel del laboratorio clínico en el diagnóstico precoz de enfermedades ocultas cada día toma mayor importancia, si se tiene en cuenta que la mejor, si no la única, manera de intervenir positivamente las enfermedades es detectarlas cuando están en las primeras etapas y aún no hay manifestaciones clínicas.

El diagnóstico precoz, mediante las pruebas de tamización, es de gran utilidad en enfermedades malignas, entre las cuales las más importantes son el cáncer de cuello uterino, de mama, de pulmón y de próstata; en las enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus, la diabetes gestacional y las alteraciones de los lípidos, y en los trastornos endocrinológicos como las enfermedades de la glándula tiroideas.

En la **tabla 5** se resumen las diferentes pruebas de tamización, de acuerdo con los organismos que las recomiendan o respaldan. Se plantean dos posibilidades: las que se recomiendan para toda la población adulta, y las pruebas que se aconsejan para una población determinada, con mayor riesgo que la población general para cierto grupo de enfermedades.

Al disponer de tecnología con mayor sensibilidad y especificidad, las pruebas de tamización cada vez son más importantes en el descubrimiento de enfermedades ocultas, potencialmente controlables o curables desde el punto de vista médico.

Como resultado de estos programas se ha logrado disminuir la morbilidad y la mortalidad del cáncer de cuello uterino, y se espera que en pocos años se tengan resultados similares con el cáncer de próstata mediante su detección precoz, identificando a los pacientes con

cáncer oculto a través del antígeno específico de próstata; el cáncer colonorrectal puede ser descubierto precozmente a través de estudio de sangre oculta en materia fecal, y se espera que, con la identificación de la sangre humana en heces como prueba de rutina, que no requiere preparación ni dieta especial, se logre avanzar en el diagnóstico precoz de esta neoplasia.

La hemocromatosis hereditaria es una de las enfermedades hereditarias de mayor prevalencia en la raza blanca; su diagnóstico puede establecerse precozmente, antes que se presenten manifestaciones orgánicas —algunas como el hepatocarcinoma pueden ser irreversibles— mediante la determinación de los niveles de ferritina, hierro y saturación de la transferrina. En los casos compatibles con portadores de la enfermedad es posible confirmarlos utilizando técnicas de biología molecular.

### ***Diagnóstico***

El diagnóstico es y será el principal motivo por el cual el médico solicita las pruebas de laboratorio. Con la disponibilidad de más de 3.000 pruebas de laboratorio de utilidad clínica, en Antioquia están disponibles un poco más de 1.000, casi todas las enfermedades están relacionadas con una o varias pruebas de laboratorio clínico, con grado variable de especificidad y sensibilidad. Hoy es posible afirmar que la mayoría de las enfermedades tienen expresión a través de las pruebas de laboratorio.

En la fase de diagnóstico se plantean varias situaciones en donde el laboratorio clínico tiene un papel bien definido e importante. Se plantean dos situaciones particulares: 1) confirmar una impresión clínica y 2) descartar uno o varios diagnósticos diferenciales.

### ***Confirmar una impresión clínica***

La utilización del laboratorio clínico con fines de diagnóstico está precedida de una razón de causa – efecto, en la que los síntomas, los signos y las pruebas de laboratorio permiten establecer un diagnóstico etiológico. Son incontables los ejemplos en los cuales el laboratorio clínico es indispensable para establecer un diagnóstico definitivo; sólo se hará referencia a un ejemplo: un paciente con antecedentes epidemiológicos que presenta fiebre y coluria, quien con diagnóstico presuntivo se le solicita un estudio de hemoparásitos y los extendidos de sangre periférico muestran trofozoítos de *Plasmodium falciparum*, en consecuencia se establece el diagnóstico definitivo de malaria por este parásito.

Como se observa en la **figura 1**, la primera etapa de la relación médico - paciente concluye con un *diagnóstico presuntivo*, en el cual se debe confirmar un *diagnóstico de base* de acuerdo con la historia clínica, y se deben descartar las entidades clínicas que puedan estar asociadas con los síntomas y signos en cada caso.

### ***Determinar el pronóstico***

Por lo general, la alteración de una prueba de laboratorio está en proporción con la gravedad de la enfermedad. Hoy, los marcadores tumorales son un buen ejemplo de

utilización del laboratorio para definir un pronóstico. Está claro que la presencia y cantidad de un determinado marcador tumoral guarda estrecha relación con la extensión de la neoplasia y, en consecuencia, con un mal pronóstico; así como también, que la ausencia del marcador tumoral no descarta el diagnóstico de malignidad.

### ***Tratamiento y seguimiento***

Mediante el laboratorio clínico es posible seguir adecuadamente la evolución de la enfermedad y de la terapia, disminuyendo significativamente las complicaciones —algunas veces irreversibles— y los costos del tratamiento. Un número muy importante de pruebas —hasta el 60%— se ordena con fines de tratamiento de enfermedad previamente diagnosticada, y se visualiza una tendencia a utilizarlas con mayor frecuencia en el futuro.

El porcentaje de pruebas utilizadas en esta etapa está en relación directa con el grado de complejidad de cada institución y, obviamente, con la gravedad de la enfermedad del paciente.

Se pueden presentar varias situaciones, entre las cuales sobresalen: 1) hacer el seguimiento de la evolución de una enfermedad o el tratamiento de la misma; 2) determinar y prevenir la toxicidad de un tratamiento y 3) predecir la respuesta a un tratamiento.

### **Factores que contribuyen al uso excesivo del laboratorio**

El uso inadecuado del laboratorio clínico depende de tres factores relacionados con: 1) las instituciones; 2) los médicos y 3) los usuarios o pacientes. A continuación se analizarán los factores más importantes.

#### ***Factores institucionales***

Las circunstancias institucionales —particulares para cada institución— son una de las causas más importantes de la mala utilización del laboratorio clínico. Dentro de éstas, se destacan las siguientes:

#### ***1. Alta proporción de atención de nivel terciario***

A medida que aumenta el nivel de atención y especialización de la institución, aumenta el número y la complejidad de los estudios solicitados al laboratorio clínico. Por ejemplo, como se había mencionado anteriormente, el número de pruebas ordenadas por paciente en un departamento de medicina interna varía entre 2 y 241, con una media de 42, y el número de pruebas en una unidad de cuidados intensivos es de 10 a 650, con una media de 125.

#### ***2. Número de médicos involucrados en el tratamiento***

Cuando en la atención de un paciente intervienen más de un médico, se presentan muchas solicitudes innecesarias. En un trabajo reciente realizado en Holanda se evidenció claramente este fenómeno. En un período de ocho meses se practicaron 41.656 estudios a

1.500 pacientes —promedio de estudios por paciente: 28 con una variación de 1 y 742—, de los cuales se repitieron el 37% —14.306— de los que habían sido normales inicialmente, y el 57% —1.389— de los que habían sido anormales. Sólo el 6% de los estudios repetidos resultó discordante con los resultados iniciales; es decir, fueron innecesariamente repetidos el 94% de los estudios.

Además de lo anterior está la falta de individualización en el ingreso de los pacientes que conlleva a ordenar exámenes de forma indiscriminada. Dado que el proceso del diagnóstico es clínico y obedece a una lógica propia de cada médico, es entendible que a mayor número de profesionales involucrados con cada paciente habrá mayor número de conceptos y solicitudes innecesarias de pruebas de laboratorio clínico. Sin embargo, se ha avanzado un poco al introducir protocolos de estudio de determinadas enfermedades o síntomas.

### ***3. Ordenar exámenes de rutina en las unidades de cuidados intensivos***

Es una mala práctica que no ha logrado erradicarse en ninguna parte del mundo, y que se presenta por la suma de muchos de los factores analizados en este capítulo. La protocolización de la atención a los pacientes puede disminuir significativamente este fenómeno. No debe haber exámenes de rutina —muy diferente a los exámenes de tamización de acuerdo con la edad, sexo y riesgos— en los programas de tamización y búsqueda de casos.

### ***4. Presión de los docentes sobre estudiantes***

En los hospitales universitarios, por múltiples circunstancias, se solicitan exámenes innecesarios como resultado de la presión de los docentes sobre los estudiantes. Hay cierta tendencia a considerar las pruebas de laboratorio clínico como herramientas para demostrar la superioridad académica.

### ***5. Deseo de nuevos conocimientos***

Esto se da particularmente en médicos jóvenes o en proceso de formación de posgrado. Es frecuente que se soliciten estudios al laboratorio clínico como resultado de trabajos de investigación, o respondiendo a la última investigación aparecida. Estos estudios deben hacerse, pero es indispensable planearlos y financiarlos adecuadamente para que no creen una nueva carga al sistema de salud y al paciente. Es estos casos, la responsabilidad debe ser de los docentes y las instituciones.

### ***6. Distanciamiento del clínico y el patólogo clínico***

Muchas pruebas innecesarias se solicitan al laboratorio clínico como resultado del distanciamiento entre el médico, el laboratorio y el patólogo clínico. Esto es explicable por el constante incremento de pruebas, que no solamente aumentan el número de herramientas, sino que modifican la utilización de muchas de ellas y pasan a ser obsoletas. Es importante que el médico reciba la información en las novedades del laboratorio clínico.

Infortunadamente, las ayudas de diagnóstico como tal no hacen parte de los programas de pregrado, y son muy pocas las oportunidades que se le dan al médico para profundizar en estos temas.

### **Factores médicos**

Desde el punto de vista del médico que utiliza las pruebas de laboratorio, se presentan varias situaciones que pueden dar origen al uso innecesario o inadecuado del laboratorio clínico.

#### ***1. Inadecuado conocimiento de las pruebas de laboratorio***

Estudios realizados por el Departamento de Educación Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia demuestran que el conocimiento médico se desactualiza en el 80% a los cinco años de egresado, a no ser que se mantenga un programa activo de educación continua.

Esta situación es comprensible si se tiene en cuenta el crecimiento astronómico de la información médica; ha pasado de un millón de artículos por año en 1981, a más de tres millones en 1996. Como ya se ha expresado, la falta de capacitación continua tiene un papel muy importante en esta causa de mal uso de una herramienta que, como el laboratorio clínico, es de vital importancia en la práctica médica.

#### ***2. Sábana de exámenes —escopeta regadora—***

Es una mala práctica, relativamente frecuente. El número de pruebas de laboratorio clínico no corresponde a la necesidad de la situación clínica del paciente, sino a un protocolo que maneja el médico para todas las situaciones que se le presentan. Existen pocos estudios sobre la utilización del laboratorio clínico por parte de los médicos. El promedio de exámenes por paciente en el Laboratorio Clínico Hematológico es de 2,95 pruebas por orden médica, indicador de buen criterio, en la solicitud de las pruebas de laboratorio.

Es bien conocido que a mayor número de exámenes solicitados sin indicación médica mayor es la posibilidad de que aparezcan valores por fuera de los esperados —valores de referencia— sin correlación clínica, pero sí con aumento de gastos por otros estudios innecesarios para aclarar estos hallazgos. En la **tabla 6** se muestra cuál es la posibilidad de encontrar valores por fuera de los esperados en una persona normal.

#### ***3. Interpretación errónea de las pruebas con generación de pruebas complementarias innecesarias***

A medida que se solicita un mayor número de pruebas de laboratorio es posible tener valores por fuera de rangos de referencia —sin que necesariamente correspondan a una enfermedad— situación que a su vez genera la solicitud de estudios complementarios que generan tensión en el paciente y su familia, pérdida de oportunidades para otros pacientes y gastos innecesarios. De ahí la necesidad de tener buen criterio médico para solicitar e interpretar los estudios.

#### **4. Diagnóstico "superseguro"**

En oportunidades, más por desconocimiento que por negligencia, el médico solicita pruebas complementarias que sólo reafirman un determinado diagnóstico. No hay justificación para solicitar T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y TSH como pruebas de tamización en enfermedad tiroidea, cuando hay forma de hacer un excelente estudio utilizando TSH ultrasensible o de tercera o cuarta generación.

#### **5. Ordenar pruebas inapropiadas**

Por falta de actualización o por desconocimiento, el médico puede solicitar pruebas inadecuadas para su objetivo clínico. Dentro de esta posibilidad se debe considerar la falta de capacidad para interpretar correctamente los resultados informados por el laboratorio clínico.

#### **6. Consideraciones médico - legales**

Hasta hace algunos años esta causa era importante en Estados Unidos, y Colombia era la excepción. Con el desarrollo de la Ley 100 de 1993, en donde las demandas a los médicos son cada vez más frecuentes, las consideraciones médico - legales vienen creciendo. Algunas, como las pruebas de embarazo a todas las mujeres en edad gestacional que van a ser irradiadas, están bien indicadas, pero son muchas las pruebas de laboratorio que se solicitan innecesariamente con el pretexto de si viene una demanda en el futuro.

Los litigios médico - legales encuentran en el laboratorio un buen aliado. Ejemplo clásico de esta indicación son los estudios de consanguinidad.

#### **Factores relacionados con el laboratorio**

El laboratorio clínico puede incrementar el uso de las ayudas de diagnóstico. Se presentan varias posibilidades:

##### **1. Conveniencia logística**

Es frecuente que el laboratorio clínico induzca a la comunidad médica a utilizar métodos dependientes de factores derivados de la comercialización de equipos de laboratorio, que hacen perfiles en vez de estudios independientes. Este fenómeno es poco frecuente en Colombia por falta de estos equipos, que son de alto costo.

##### **2. Ineficiencia del laboratorio**

El laboratorio clínico, para suplir algunas deficiencias técnicas o administrativas, añade estudios que, aparentemente, hacen parte de la solicitud médica. El ejemplo más

frecuente consiste en agregar la velocidad de eritrosedimentación a todos los hemogramas cuando el médico no la ha solicitado.

### **Factores relacionados con los pacientes**

Presión de los pacientes para que se les practique el estudio de moda que, a veces, es interpretado por métodos insuficientemente actualizados.

#### ***1. Necesidad de reasegurarse***

Los pacientes no quedan satisfechos con los resultados de una o varias pruebas, y exigen que el médico les practique pruebas adicionales que no aportan mayor valor a los resultados ya obtenidos. En muchos casos, esta situación da origen a nuevos resultados anormales que, a su vez, dan origen a otros estudios complementarios, en su mayoría innecesarios. En estos casos sucede lo analizado en la **tabla 6**, cuando la posibilidad de temer un resultado falsamente anormal, fuera de las desviaciones estándar establecidas como valores de referencia, aumenta con el número de pruebas realizadas.

#### ***2. Expectativas de los pacientes***

Los pacientes cada vez están más informados y presionan al médico para que solicite exámenes que consideran indispensables para estar sanos. Son muchos los ejemplos que se tienen: el paciente que consulta para que se le determine el colesterol, a pesar de que la última medición realizada seis meses atrás había sido de 180 mg/dL, cuando con este valor la recomendación es hacer un control cada cinco años.

La falta de control de la publicidad no médica y la falta de educación continua a la población médica hacen que esta causa de utilización del laboratorio clínico sea importante en Colombia.

### **Indicadores en laboratorio clínico**

Hacer pruebas del laboratorio aparentemente es sencillo, y parecería que los resultados para una determinada prueba que informa un laboratorio no tienen que ser diferentes a los que informa otro. Pero no es así; hay una gran variación en los resultados de un laboratorio a otro que depende de factores que se definen así:

#### ***1. Factores que intervienen en una prueba de laboratorio***

El médico que ordena, interpreta y utiliza las pruebas de laboratorio debe conocer que gran parte de la calidad de los resultados depende de él, y no sólo del laboratorio clínico. En la calidad de un resultado de laboratorio intervienen un sinnúmero de variables que

deben ser controladas. La prueba de laboratorio tiene tres fases: preanalítica, analítica y postanalítica.

Los **factores preanalíticos** son aquellos que pueden interferir con el resultado final de una prueba, asociados con situaciones que se presentan antes de tomar la muestra, y en las cuales el médico que solicita la prueba puede intervenir oportunamente. Son los relacionados con el paciente propiamente dicho como el sexo, la raza, la edad y el estado socioeconómico; las interferencias con medicamentos que el paciente consume, la mala preparación para tomar la muestra, como podría ser la falta de ayuno cuando éste se requiere, o el consumo de alcohol cuando éste interfiere con el resultado, o hacer una dieta baja en grasas una a dos semanas antes de hacer un estudio de lípidos; o no seguir las recomendaciones del médico, como llevar oportunamente una muestra de semen para un espermograma.

Si bien en última instancia la preparación es responsabilidad del paciente, es el médico quien debe dar las explicaciones pertinentes y tomar las medidas apropiadas para que la muestra sea tomada en óptimas condiciones. Hoy, cuando los errores de laboratorio se minimizan con la automatización, éstos cobran mayor importancia y son cada vez más frecuentes por falta de educación de la comunidad médica.

Dentro de los factores preanalíticos que con frecuencia son causa de resultados errados está la muestra tomada inadecuadamente, especialmente en los laboratorios clínicos que delegan esta función en personal no capacitado o mal entrenado. La muestra puede ser mal tomada, mal procesada o mal almacenada.

Los **factores analíticos** son los relacionados con las circunstancias que controla el laboratorio en la ejecución de la prueba. El error analítico se expresa *con un* resultado que no corresponde a la realidad. Si se tiene una muestra de la que se conoce su *verdadera* concentración, en el caso óptimo, cuando dicha muestra es analizada en el laboratorio clínico, los valores obtenidos deben corresponder exactamente a los valores esperados. Dichos valores deberían quedar comprendidos en una curva de pendiente 1,00, en donde el valor obtenido es igual al valor esperado. Sin embargo, todas las técnicas analíticas están sujetas a una serie de imprevisiones o errores.

El error puede ser *proporcional* cuando la magnitud aumenta en proporción directa con la concentración de la sustancia analizada en la muestra, y *constante* cuando los valores obtenidos son superiores a los esperados en una cantidad constante a todas las concentraciones de la sustancia analizada.

El médico debe tener absolutamente claro que por más precauciones que el laboratorio tome, la variación analítica siempre estará presente; por eso, cada laboratorio, para cada técnica analítica, opera de forma estándar con un cierto grado de error que hace que sus resultados se distribuyan a lo largo de una línea operacional.

Cada laboratorio debe establecer sus respectivos valores de referencia y velar para que los errores analíticos se disminuyan a la mínima expresión posible; como esto no es alcanzable, deben mantener estrictos programas de control de calidad —internos y ex-

ternos— que le permitan mantener bajo control sus procesos. La automatización y la sistematización han disminuido significativamente este problema, pero no es suficiente.

Dentro de los errores analíticos, el error humano tiene un papel muy importante. Diversos estudios han puesto de manifiesto que hasta el 2% de las mediciones químicas pueden estar alteradas por errores humanos. Existen numerosos pasos en el proceso de una muestra y, en consecuencia, se dan múltiples eslabones en los cuales puede surgir el error que, aunque la probabilidad pueda disminuirse, puede presentarse en cualquier momento con consecuencias insospechadas.

Por último, los **factores postanalíticos** son los que se presentan después de la realización de la prueba. Pueden estar relacionados con el informe de laboratorio cuando los resultados no corresponden a la técnica utilizada, o con la edad o el sexo del paciente. Dentro de los factores postanalíticos que deben tenerse en cuenta, está la falta de conocimiento de la prueba por parte del médico y su interpretación.

La sistematización del laboratorio clínico disminuye a la mínima expresión estas posibilidades de error, llegando a ser 1:500.000 pacientes cuando se utilizan códigos de barra. En contraposición, cuando no hay sistematización de la información, este error puede presentarse entre 1 y 4%, variable de laboratorio a laboratorio, pero importante de todas maneras. Los errores postanalíticos relacionados con el médico se controlan a través de la capacitación continua.

En la **tabla 7** se resumen los principales factores que pueden afectar el resultado de laboratorio.

## ***2. Parámetros de análisis de las pruebas de laboratorio***

Para la mayoría de los médicos un resultado de laboratorio es un valor *frío* que sólo expresa un resultado. Esta apreciación es inadecuada; la prueba de un laboratorio a otro varía ampliamente de acuerdo con la tecnología utilizada, los controles de calidad que utiliza el laboratorio y la capacitación de su personal, entre otros muchos factores.

Al analizar un resultado, o conjunto de resultados, de laboratorio, el médico debe tener presente que cada uno de éstos está determinado por variables como sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. Además, el médico, al momento de interpretar una prueba de laboratorio, debe conocer cuál es el coeficiente de variación de la prueba, los valores de referencia y los niveles de decisión, así como las diferencias entre las tecnologías utilizadas y los diferentes estándares de calidad de los laboratorios clínicos en particular.

La sensibilidad es el porcentaje de resultados verdaderos positivos de una prueba en pacientes con una determinada enfermedad. La sensibilidad significa qué tan buena es una prueba para detectar una enfermedad, sin clasificar falsamente como enfermos a los que no lo son, asumiéndolos como positivos. En términos técnicos, la sensibilidad de una

prueba refleja la habilidad para detectar sólo los verdaderos positivos con muy pocos — idealmente ninguno— resultados falsos negativos.

La especificidad es el porcentaje de resultados verdaderos negativos de una prueba en personas sanas. La especificidad significa qué tan buena es una prueba para detectar una enfermedad, sólo en aquellos individuos que realmente la padecen, en oposición a resultados falsos positivos en aquellos que estando sanos tienen positiva la prueba. En términos técnicos, la especificidad de una prueba refleja la habilidad para detectar sólo los verdaderos positivos con muy pocos —idealmente ninguno— resultados falsos positivos.

Cualquier modificación en la sensibilidad afecta inversamente la especificidad. El médico debe conocer la sensibilidad y la especificidad de las pruebas que solicita al laboratorio, pues de ello depende en gran parte la utilidad clínica. Un ejemplo de esta situación se tiene con la prueba de tamización que se utiliza en banco de sangre para detectar portadores asintomáticos del virus de la inmunodeficiencia humana. En este caso, lo más importante es no dejar pasar ningún infectado, pues de lo contrario contaminaría al futuro receptor de su sangre.

La prueba de tamización para el virus de la inmunodeficiencia humana que se utiliza en banco de sangre, característicamente debe tener una altísima sensibilidad que asegure que ninguna de las sangres está contaminada. Como consecuencia de esta alta sensibilidad hay muchos resultados falsos positivos que deben ser aclarados con una prueba de alta especificidad, como es el *Western-blot* u otra prueba de las llamadas comúnmente confirmatorias.

La prevalencia es la frecuencia de pacientes con una cierta enfermedad en una población sometida a una determinada prueba. Esta afecta el valor predictivo positivo y negativo, por lo que los parámetros a los que se hace referencia tienen variaciones regionales relacionadas con la raza, el sexo u otras variables demográficas.

El valor predictivo positivo es la probabilidad de que una determinada enfermedad esté presente cuando una prueba de laboratorio es positiva. Esto evita incluir falsos positivos. Por su parte, el valor predictivo negativo es la probabilidad de que una determinada enfermedad esté ausente cuando una prueba de laboratorio es negativa. En este caso evita incluir falsos positivos.

Estos parámetros se obtienen aplicando las fórmulas estadísticas que se resumen en la **tabla 8**.

El coeficiente de variación es la relación entre la media y la desviación típica por 100. Indica la variabilidad relativa que tiene dicha variable, la cual mientras más baja mejor.

Los valores de referencia, mal denominados *valores normales*, son el rango esperado para una sustancia medida en una población determinada. Técnicamente se definen como los valores obtenidos de un grupo de individuos —o de un único individuo— en un determinado estado de salud. Los valores de referencia son muy variables, dependiendo

de la población —sexo, raza, edad, etc.— y de la técnica e instrumentación utilizadas, entre otros muchos factores. Todo laboratorio debe definir sus respectivos valores de referencia, acordes con las características poblacionales analizadas.

El valor de decisión se define como un valor de umbral, por encima o por debajo del cual se debe tomar una determinada decisión médica. Los valores de decisión son absolutamente independientes de los valores de referencia. Un buen ejemplo de los valores de decisión es cómo el médico interpreta un resultado de calcio. El valor de referencia para el calcio es de 9,0 a 10,6 mg/dl, Se presentan dos valores de decisión: un primer nivel de decisión cuando el calcio está por encima de 11,0 mg/dL, y un segundo cuando el calcio está por debajo de 7,0 mg/dL. En este ejemplo, los niveles de decisión se interpretan así:

Cuando el valor de calcio es superior a 11,0 mg/dL se sugiere el diagnóstico de un hiperparatiroidismo primario; puede tomarse la decisión de hacer una segunda medición de calcio, así como estudios complementarios, y finalmente considerarse la posibilidad quirúrgica. Cuando el valor de calcio es inferior a 7 mg/dL se debe considerar la posibilidad de que el paciente presente tetania o convulsiones.

El valor de pánico se define como aquel resultado —numérico o descriptivo— que debe ser informado inmediatamente para tomar acciones, porque se pone en serio peligro la vida. Dentro de éstos hay muchos ejemplos; los más frecuentes son la glucemia en pacientes diabéticos con cetoacidosis, niveles tóxicos de medicamentos, la presencia de células inmaduras en un hemograma, niveles de hemoglobina extremadamente bajos, pruebas enzimáticas que hagan sospechar un infarto del miocardio y pruebas positivas para el virus de la inmunodeficiencia humana. En la **tabla 9** se resumen los principales valores de pánico.

### ***3. Diferencias interlaboratorios***

Un factor importante, y con frecuencia ignorado al momento de interpretar los resultados de laboratorio, es la gran diferencia que se presenta de un laboratorio clínico a otro. Los resultados de un laboratorio clínico no deben ser iguales, pues hay diferencias astronómicas derivadas de la tecnología, los controles de calidad que llevan, el conocimiento del arte del laboratorio y el control de los factores preanalíticos, analíticos y postanalíticos.

Es responsabilidad del médico ordenar los exámenes adecuados en el laboratorio que mayor confianza tenga y con la mejor relación costo / beneficio. Es su responsabilidad mantenerse actualizado en esta importante herramienta semiológica, como su mejor aliado en la práctica médica.

## Tablas

**Tabla 1.** Principales diferencias entre el laboratorio clínico convencional y el laboratorio clínico

<b>Parámetro</b>	<i>Laboratorio clínico convencional</i>	<i>Laboratorio clínico moderno</i>
Objetivo	Procesos de laboratorio.	Ejercicio de la práctica médica integrada a procesos de laboratorio clínico.
Calidad	Exactitud y precisión.	Exactitud, precisión y utilidad clínica.
Esquema	Realizar pruebas de laboratorio.	Realizar e interpretar pruebas de laboratorio, integrando al médico y al paciente alrededor de la historia clínica.
Conocimientos	Específicos de la disciplina: técnicos.	Integrados —técnicos y médicos—.

**Tabla 2.** Factores que han incidido en el desarrollo del laboratorio clínico

1. La gran diversidad de pruebas de "rutina" como resultado del avance tecnológico.
2. El constante aumento de pruebas disponibles para el manejo clínico.
3. El aumento de enfermedades que se diagnostican o se definen por las pruebas de laboratorio.
4. El aumento de las enfermedades que deben ser manejadas por las pruebas de laboratorio.
5. El desarrollo de monitoreo terapéutico de drogas y la toxicología clínica.
6. El desarrollo de pruebas por razones médico – legales.
7. El rechazo de los médicos a dejar las pruebas "obsoletas", para dar paso a pruebas más sensibles y específicas.
8. La gran importancia que le dan los médicos jóvenes a las pruebas de laboratorio.
9. El aumento de nuevas pruebas para aclarar "resultados anormales" en las pruebas de tamización.
10. Curiosidad —*one-upmanship*— "desprestador", especialmente en el grupo de residentes.
11. La opinión de que ciertas pruebas son indispensables para gozar de buena salud.
12. La medicina a la defensiva

**Tabla 3.** Medicamentos que deben ser controlados por el laboratorio —monitoreo terapéutico de drogas—

<i>Grupo</i>	<i>Medicamentos</i>
Anticonvulsivantes	Acido valproico Carbamacepina

---

	Etosuccimida Fenitoína Fenobarbital Primidona
Cardiotónicos	Digoxina Disopiramide Lidocaína Procainamida Quinidina
Antibióticos	Amikacina Gentamicina Tobramicina Vancomicina
Broncodilatadores	Cafeína Teofilina
Antineoplásicos	Metotrexate
Antidepresivos	Amitriptilina Desipramina Doxepina Imipramina Litio Nortriptilina
Inmunosupresores	Ciclosporina A
Anticoagulantes	Cumarínicos Heparina
Antirretrovirales	Delavirdina Didanosina (ddl) Estavudina (d4T) Indinavir Lamivudine (3TC) Nelfinavarir Nevirapina Ritonavir Saquinovir Zalcitabina (ddC) Ziduvina (AZT)

---

**Tabla 4.** ¿Por qué solicita el médico exámenes de laboratorio?

**Médico****Diagnóstico**

- Confirmar una impresión clínica.
- Descartar un posible diagnóstico o enfermedad.

**Tratamiento**

- Como guía de tratamiento.
- Determinar el pronóstico.

**Tamización**

- Detectar enfermedad oculta.

**No médico**

- Consejería genética.
- Para dirimir problemas médico – legales.

**Tabla 5.** Pruebas recomendadas en grupos determinados

Prueba recomendada.

Prueba de tolerancia a la glucosa en las embarazadas: CAP<sup>a</sup>, ADA<sup>b</sup>

Prueba de tolerancia a la glucosa en personas con hipercolesterolemia: CAP, DHHS<sup>c</sup>/CDC<sup>d</sup>

Prueba de tolerancia a la glucosa en paciente seleccionados: CAP, ADA, ACP<sup>e</sup>

Pruebas de función tiroidea en pacientes seleccionados: CAP, ACP, USPSTF<sup>f</sup>

Pruebas de función tiroidea en pacientes con hipercolesterolemia: CAP

Urea y creatinina en pacientes con hipercolesterolemia: CAP

Antígeno específico de próstata: CAP, ACS<sup>g</sup>

- a.** CAP: College of American Pathologist.
- b.** ADA: American Diabetes Association
- c.** DHHS: Department of Health and Human Services.
- d.** CDC: Centers for Disease Control and Prevention.
- e.** ACP: American College of Physicians.
- f.** USPSTF: US Preventive Service Task Force.
- g.** ACS: American Cancer Society.

**Fuente:** Glenn GC y la Comisión para la Optimización de Pruebas de Laboratorio del Colegio Americano de Patólogos. Tamización y búsqueda de casos en adultos asintomáticos a través de pruebas de laboratorio. *Medicina & Laboratorio* 1997;7:179-220.

**Tabla 6.** Probabilidades de resultados normales y anormales

<i>Número</i>	<i>de Probabilidad de estar dentro</i>	<i>Probabilidad de tener al</i>
---------------	--	---------------------------------

<i>pruebas</i>	<i>del rango de referencia</i>	<i>menos un resultado anormal</i>
1	$0,95^1 = 0,95$	$1-0,95 = 0,05$
2	$0,95^2 = 0,9025$	$1-0,9025 = 0,0975$
3	$0,95^3 = 0,8574$	$1-0,8574 = 0,1426$
4	$0,95^4 = 0,8145$	$1-0,8145 = 0,1855$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
10	$0,95^{10} = 0,5987$	$1-0,5987 = 0,4013$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
20	$0,95^{20} = 0,3585$	$1-0,3585 = 0,6415$

**Fuente:** Sacher RA, MCPerson RA. *Widmann's Clinical Interpretation of Laboratory Tests*. 10 ed. Philadelphia: F.A. Davis; 1991.

**Tabla 7.** Principales factores que pueden afectar el resultado de laboratorio

#### **Preparación del paciente**

Calidad de las instrucciones que el médico o el laboratorio le dan.  
 Hora del día en que se toma la muestra.  
 Estado de ayuno o no ayuno. Calidad de la preparación.

#### **Toma de muestra**

Técnicas de punción.  
 Equipo utilizado para recepcionar las muestras.  
 Identificación correcta de los pacientes y de las muestras.

#### **Manejo de la muestra**

Almacenamiento.  
 Transporte.  
 Proceso preanalítico (especialmente separación de suero y plasma).

#### **Análisis de la muestra**

Precisión de la metodología utilizada (coeficientes de variación de las técnicas).  
 Exactitud de la metodología utilizada (calibración del instrumental y de los equipos).  
 Métodos manuales frente a métodos automatizados.

#### **Reporte y manejo de la información**

Grado de sistematización en el manejo de la información.  
 Cálculos matemáticos.  
 Transcripción de resultados.  
 Informe verbal frente a copia escrita y frente a copia sistematizada.

**Tabla 8.** Valores predictivos

A. Definiciones y fórmulas				
		<i>No. Con resultado positivo</i>	<i>No. Con resultado negativo</i>	<i>Totales</i>
No. con enfermedad	la VP		FN	VP + FN
No. sin enfermedad	la FP		VN	FP + VN
Total		VP + FP	FN + VN	VP + FP + VN + FN

En donde:

**VP** = verdaderos positivos (el número de sujetos enfermos correctamente clasificados con la prueba).

**FP** = falsos positivos (el número de sujetos libres de la enfermedad que son clasificados equivocadamente como enfermos por la prueba).

**VN** = verdaderos negativos (el número de sujetos libres de la enfermedad que son clasificados correctamente por la prueba).

**FN** = falsos negativos (el número de sujetos enfermos clasificados equivocadamente como libre de la enfermedad con la prueba).

De los anteriores se derivan los siguientes parámetros:

**Prevalencia** = porcentaje de sujetos examinados que tienen la enfermedad o situación que detecta la prueba.

**Sensibilidad** = positividad en presencia de la enfermedad =  $(VP/VP + FN) \times 100 = (VP/\text{total afectados}) \times 100$ .

**Especificidad** = negatividad en sanos =  $(VN/VN + FP) \times 100 = (VN/\text{total sanos}) \times 100$ .

**Valor predictivo positivo de la prueba** =  $(VP/VP + FP) \times 100 = (VP/\text{total positivos}) \times 100$ .

**Valor predictivo negativo de una prueba** =  $(VN/VN + FN) \times 100 = (VN/\text{total negativos}) \times 100$ .

B. Ejemplo. Valores predictivos de una prueba de embarazo en 1.560 mujeres, de las cuales el 10% están embarazadas.

	<i>Resultados positivos</i>	<i>Resultados negativos</i>	<i>Totales</i>
--	-----------------------------	-----------------------------	----------------

Enfermedades	140	16	156
No. embarazadas	281	1.123	1.404
Total	421	1.139	1.560

Aplicando las fórmulas establecidas se tiene:

<i>Parámetro</i>	<i>Fórmula</i>	Valores	Resultado
Prevalencia			10%
Sensibilidad:	$(VP/VP + FN) \times 100$	$(140/140 + 16) \times 100$	33,2
Especificidad:	$100 / (1.123/1.123 + 281) \times 100$		98,5
Valor predictivo positivo:	$(VN/VN + FP) \times 100$	$100 / (140/140 + 281) \times 100$	33,3%
Valor predictivo negativo:	$(VP/VP + FP) \times 100 / (VN/VN + FN) \times 100$	$100 / (1.123/1.123 + 16) \times 100$	98,6%

**Tabla 9.** Valores de pánico de algunas pruebas de laboratorio

<i>Prueba</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Valor de pánico</i>
Hemograma	Recuento de leucocitos	< 2.000 por $\mu$ L o > por $\mu$ L en un paciente nuevo.
	Extendido de sangre periférica.	Presencia de células inmaduras sospechosas de leucemia en un paciente nuevo. Presencia de hemoparásitos.
	Hemoglobina	< 5,0 g/dL en un paciente nuevo.
	Plaquetas	< 20.000 por $\mu$ L en un paciente nuevo.
Química	Tiempo de protrombina	Mayor de 20 segundos.
	Bilirrubina	> 18 mg/dL en recién nacidos
	Calcio	< 6 mg/dL y > 13 mg/dL
	Glucosa	< 40 mg/dL y > 500 mg/dL
	Potasio	< 2,3 mEq/L y > 6,5 mEq/L
	Sodio	< 120 mEq/L y > 160 mEq/L
Microbiología	Bicarbonato	< 10 mEq/L y > 40 mEq/L
	Hemocultivo o mielocultivo	Positivo.
Serología	Líquidos, especialmente en LCR.	Positivo para bacterias.

---

## Prueba para VIH.

---

### **Figuras**

**Figura 1.** Representación esquemática de los factores que intervienen en una prueba de laboratorio.

**Figura 2.** Evolución, a través del tiempo, del enfoque de laboratorio en el diagnóstico de infarto agudo del miocardio.

### **Bibliografía**

- Campuzano-Maya G. Educación continua: una necesidad. *Lab Día* 1995; 5: 59-60.
- Campuzano-Maya G. Papel del laboratorio clínico en la práctica médica. *Lab Día* 1995; 5: 22-27.
- Colimón Kahl-Martin. *Fundamentos de epidemiología*. New York; De Díaz Santos. 1990.
- Conn RB. Practice parameter —the lupus erythematosus cell test—. *Am J Clin Pathol* 1994; 101: 65.
- Davis BG, Mass D, Bishop ML. *Principales of clinica laboratory utilization and consultations*. Philadelphia: Saunders; 1999.
- Eddy DM. *Common screening tests*. Philadelphia: American College of Physician's; 1991.
- Glenn GC. Tamización y búsqueda de casos en adultos asintomáticos a través de pruebas de laboratorio. *Medicina & Laboratorio* 1997; 7: 179-220.
- Nardella A, Farrel M, Pechet L, et al. Continuous improvement, quality control, and cost containment in clinical laboratory testing: Enhancement of Physician's laboratory-ordering practices. *Arch Pathol Lab Med* 1994; 118: 965-968.
- Pincus MR. Interpreting laboratory Results: Reference values and decision making. En: Henry JB. *Clinical Diagnosis and Management by laboratory methods*. 19ª. Ed. Philadelphia; 1996: 74-91.
- Sacher RA, McPherson RA. *Widmann's clinical interpretation of laboratory test*. 10ª. Ed. Philadelphia: FA Davis; 1991.
- Speicher CE, Smith JW. *Choosing effective laboratory test*, Philadelphia: WB Saunders; 1983: 3-16.
- Speicher CE. Laboratory utilization: A discussion of the appropriate use of clinical laboratory tests by physicians. En: Weistein RS, Graham AR (eds), *Advances in pathology and laboratory medicine*. St. Louis; Mosby-Year Book; 1995.
- Speicher CE. The right test: *A physician's guide to laboratory medicine*. 3 ed. Philadelphia: WB Saunders; 1998.
- Statland BE. Clinical decision levels for laboratory test. En: *Medical Economics Books*. Oradell, NJ; 1983.

**PREGUNTAS SOBRE EL TEMA**

1. La sensibilidad de una prueba es directamente proporcional a:
  - a. La proporción de falsos negativos.
  - b. El valor predictivo positivo.
  - c. El valor predictivo negativo.
  - d. La confiabilidad de la prueba.
  
2. Entre las ventajas de un programa de tamización podemos encontrar:
  - a. Es evaluado mediante estudios de casos y controles.
  - b. Hay una alta probabilidad preprueba de la enfermedad.
  - c. La enfermedad puede ser sospechada desde una fase preclínica.
  - d. Es una sistema inequívoca de mejorar la salud de la población.
  
3. La sensibilidad de una prueba está en relación directa con:
  - a. La proporción de falsos positivos.
  - b. La detección en fase no sintomática de la enfermedad.
  - c. La proporción de falsos negativos.
  - d. El valor predictivo positivo.
  
4. La principal desventaja de una prueba de alta sensibilidad es:
  - a. La disminución del valor predictivo negativo.
  - b. La disminución del valor predictivo positivo.
  - c. El aumento de falsos negativos.
  - d. El aumento de verdaderos positivos.
  
5. Los valores de referencia de una prueba son:
  - a. Universales.
  - b. Dependientes del tipo de población estudiada.
  - c. Definidos arbitrariamente por cada laboratorio.
  - d. Todas las anteriores son correctas.